Reporting in a Microservice Architecture

Konzept für die Erstellung von Berichten in einer Microservice Architektur

Bachelorarbeit

Studiengang Informatik

Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

eingereicht bei

Beat Seeliger, Fachdozent für Software-Entwicklung

Oktober 2015

Eingereicht von

Severin Andrew Müller

Hauptstrasse 39

CH-8224 Löhningen SH

muelles5@students.zhaw.ch

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 7](#_Toc430633726)

[1.1 Ausgangslage 7](#_Toc430633727)

[1.2 Ziele der Arbeit 8](#_Toc430633728)

[1.3 Aufgabenstellung 8](#_Toc430633729)

[1.3.1 Ist-Analyse 8](#_Toc430633730)

[1.3.2 Anforderungsanalyse 8](#_Toc430633731)

[1.3.3 Recherche 8](#_Toc430633732)

[1.3.4 Konzept 8](#_Toc430633733)

[1.3.5 Proof of Concept 8](#_Toc430633734)

[1.3.6 Testing 8](#_Toc430633735)

[1.3.7 Abschluss 8](#_Toc430633736)

[2 Ist-Analyse 9](#_Toc430633737)

[2.1 Einleitung 9](#_Toc430633738)

[2.1.1 Reports in der Applikation r5 10](#_Toc430633739)

[2.1.2 Reports auf der MRE 11](#_Toc430633740)

[2.1.3 Reports auf der Web-Plattform 13](#_Toc430633741)

[2.2 Datenquellen 14](#_Toc430633742)

[2.3 Datenstrukturen 14](#_Toc430633743)

[2.4 Report Templates 14](#_Toc430633744)

[2.5 Schwächen 14](#_Toc430633745)

[3 Anforderungsanalyse 15](#_Toc430633746)

[3.1 Stakeholder 15](#_Toc430633747)

[3.2 Visualisierung der User Stories 15](#_Toc430633748)

[3.3 User Stories 15](#_Toc430633749)

[3.3.1 Allgemeines 15](#_Toc430633750)

[3.4.2 Automatisierte Reports 16](#_Toc430633751)

[3.4.3 Report-Eigenschaften 17](#_Toc430633752)

[3.4.4 Datensicherheit 18](#_Toc430633753)

[3.4.5 Administrator Stories 18](#_Toc430633754)

[3.5 Funktionale Anforderungen 19](#_Toc430633755)

[3.5.1 Anforderungen Allgemeines 19](#_Toc430633756)

[3.5.2 Anforderungen automatisierte Reports 20](#_Toc430633757)

[3.5.3 Anforderungen Report Eigenschaften 22](#_Toc430633758)

[3.6 Nicht-Funktionale Anforderungen 23](#_Toc430633759)

[3.6.1 Performance 23](#_Toc430633760)

[3.6.2 Verfügbarkeit 24](#_Toc430633761)

[3.6.3 Look and Feel 24](#_Toc430633762)

[3.7 Technische Anforderungen 24](#_Toc430633763)

[3.7.1 Daten 25](#_Toc430633764)

[3.7.2 Scheduler 25](#_Toc430633765)

[3.7.3 Logging 25](#_Toc430633766)

[3.7.6 Migration 26](#_Toc430633767)

[4 Recherche 27](#_Toc430633768)

[4.1 Benötigte Werkzeuge 27](#_Toc430633769)

[4.1.1 Scheduling 27](#_Toc430633770)

[4.1.2 Rendering 27](#_Toc430633771)

[4.1.3 Mail-Versand 27](#_Toc430633772)

[4.1.4 Dokumente erstellen 27](#_Toc430633773)

[4.2 Evaluation der Werkzeuge 27](#_Toc430633774)

[4.2.1 Scheduler 27](#_Toc430633775)

[4.2.1.1 Spring 27](#_Toc430633776)

[4.2.1.2 Quartz 27](#_Toc430633777)

[4.2.1.3 Nutzwert-Analyse 28](#_Toc430633778)

[4.2.1.3.1 Abdeckung der Funktionalität 28](#_Toc430633779)

[4.2.1.3.2 Integration in das Projekt 28](#_Toc430633780)

[4.2.1.3.2 Produktreife 29](#_Toc430633781)

[4.2.1.3.3 Komplexität 29](#_Toc430633782)

[4.2.1.3.4 Community 29](#_Toc430633783)

[4.2.1.3.5 Entscheidungstabelle 29](#_Toc430633784)

[4.2.2 Rendering 30](#_Toc430633785)

[4.2.2.1 Einführung 30](#_Toc430633786)

[4.2.2.2 Verwendung 30](#_Toc430633787)

[4.2.3 Output Format 31](#_Toc430633788)

[4.2.4 Mailer 31](#_Toc430633789)

[4.2.4.1 Einführung in JavaMail 31](#_Toc430633790)

[4.2.4.2 Verwendung von JavaMail 31](#_Toc430633791)

[5. Design 33](#_Toc430633792)

[5.1 Benutzeroberfläche 33](#_Toc430633793)

[5.1.1 Navigation 33](#_Toc430633794)

[5.1.2 Header und Suche 34](#_Toc430633795)

[5.1.3 Anzeige 34](#_Toc430633796)

[5.1.4 Report ausführen 35](#_Toc430633797)

[5.1.5 Job-Details 36](#_Toc430633798)

[5.2 Benutzeroberfläche Administrator 36](#_Toc430633799)

[5.2.1 Header, Navigation und Suche 36](#_Toc430633800)

[5.2.2 Jobs 36](#_Toc430633801)

[5.3 Datenbank Reporting 37](#_Toc430633802)

[5.4 Scheduler 37](#_Toc430633803)

[6 Konzept 38](#_Toc430633804)

[6.1 Variante A: Multiple Data Sources in Report 38](#_Toc430633805)

[6.1.1 Ablauf Variante A 39](#_Toc430633806)

[6.1.2 Daten für Variante A 39](#_Toc430633807)

[6.1.2.1 Initialisierung von Scripts 40](#_Toc430633808)

[6.1.2.2 Abfüllen der Daten 41](#_Toc430633809)

[6.1.3 Report Parameter 41](#_Toc430633810)

[6.2 Variante B: Dataset populated dynamically 42](#_Toc430633811)

[6.2.1 Ablauf Variante B 43](#_Toc430633812)

[6.2.2 Daten für Variante B 43](#_Toc430633813)

[6.2.2.1 DataCollectionObject 43](#_Toc430633814)

[6.2.3 Report-Parameter 44](#_Toc430633815)

[6.3 Variante C: Data Warehouse 45](#_Toc430633816)

[6.3.1 Ablauf Variante C 46](#_Toc430633817)

[6.3.2 Daten Variante C 46](#_Toc430633818)

[6.3.3 Report Parameter Variante C 46](#_Toc430633819)

[6.4 Zusammenfassung 46](#_Toc430633820)

[6.5 Nutzwert-Analyse Varianten A, B und C 47](#_Toc430633821)

[6.5.1 Bewertungsschema 47](#_Toc430633822)

[6.5.2 Datenkomplexität 47](#_Toc430633823)

[6.5.3 Datensicherheit 48](#_Toc430633824)

[6.5.4 Report Parameter 48](#_Toc430633825)

[6.5.5 Spezielle Daten 49](#_Toc430633826)

[6.5.6 Redundanz 49](#_Toc430633827)

[6.5.7 Performance 49](#_Toc430633828)

[6.5.8 Bestehendes System 50](#_Toc430633829)

[6.5.8 Entscheidungstabelle 50](#_Toc430633830)

[6.6 Weitere Analyse Variante B 51](#_Toc430633831)

[6.6.1 Queue 51](#_Toc430633832)

[6.6.2 Datenaufbereitung 51](#_Toc430633833)

[6.6.3 Sequenzdiagramm 52](#_Toc430633834)

[6.6.4 Klassendiagramm 53](#_Toc430633835)

[7 Proof of Concept 54](#_Toc430633836)

[7.1 Bau eines Prototypen 54](#_Toc430633837)

[7.1.1 Einleitung 54](#_Toc430633838)

[7.1.2 Bereitstellen der Umgebung 54](#_Toc430633839)

[7.1.2.1 Git Repository 54](#_Toc430633840)

[7.1.2.2 Benötigte MESPAS-Web Projekte 55](#_Toc430633841)

[7.1.2.3 Eclipse 55](#_Toc430633842)

[6.2 Definition Beispiel-Reports 55](#_Toc430633843)

[6.3 Datenaufbereitung für Beispiel-Reports 55](#_Toc430633844)

[6.4 Ergebnisse der Beispiele 55](#_Toc430633845)

[7.1.2.4 Test-Datenbank 56](#_Toc430633846)

[7.1.2.5 Infrastruktur 56](#_Toc430633847)

[7.1.2.6 Dependency Injection 56](#_Toc430633848)

[7.1.3 Bereitstellen des Reporting-Microservice 56](#_Toc430633849)

[7.1.4 Vorbereitung DataCollectionObject 57](#_Toc430633850)

[7.1.4.1 Command 57](#_Toc430633851)

[8 Testing 58](#_Toc430633852)

[8.1 Testkonzept 58](#_Toc430633853)

[8.2 Unit Tests 58](#_Toc430633854)

[8.3 Integrationstest 58](#_Toc430633855)

[8.4 Regression Test 58](#_Toc430633856)

[8.5 Acceptance Test 58](#_Toc430633857)

[9 Fazit und Erkenntnisse 59](#_Toc430633858)

[9.1 Zusammenfassung 59](#_Toc430633859)

[9.2 Fazit 59](#_Toc430633860)

[9.3 Ausblick 59](#_Toc430633861)

[10 Anhang 60](#_Toc430633862)

[10.1 Anhang A: Bilderverzeichnis 60](#_Toc430633863)

[10.2 Anhang B: Listings 61](#_Toc430633864)

[10.3 Anhang C: Tabellenverzeichnis 61](#_Toc430633865)

[10.4 Anhang D: Abkürzungsverzeichnis 61](#_Toc430633866)

[10.5 Anhang E: Quellen- und Literaturverzeichnis 61](#_Toc430633867)

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Wir leben in einer Zeit, in der Information von enorm grosser Bedeutung ist. Seit das Internet seinen Siegeszug Mitte der 1990er Jahre begonnen hatte, ist die weltweite Datenmenge enorm gewachsen. Aus einer grossen Flut von Daten die nützlichen Informationen empfängergerecht und anschaulich zu repräsentieren kann sich schwierig gestalten.

Mit Berichten, sogenannten Reports, kann man Informationen rasch und einfach bereitstellen. Solche Berichte können in unterschiedlichen Formen auftreten – von einfachen Datenauszügen (-> *Dumps*) bis hin zu personalisierbaren Dashboards ist alles dabei.

Der Autor der vorliegenden Arbeit ist bei seinem Arbeitgeber unter anderem zuständig für die Erstellung und Wartung von Kundenberichten. Diese Kundenberichte sind einerseits in der Applikation, die der Arbeitgeber des Autors vertreibt, vorhanden und laufen andererseits auf einer eigenen Plattform.

Die Applikation „r5“ der MESPAS AG ist eine Komplettlösung für Reedereien, deren Schiffe und Lieferanten. Dieses Legacy System läuft seit über 10 Jahren auf einem Tomcat Server mit einer zentralen MySQL Datenbank. Fat Clients verbinden sich mit dem Zentralserver um damit zu arbeiten. Mit diesem Client hat der Kunde die Möglichkeit für fast jeden Bereich einen Report zu erstellen. In den meisten Fällen soll ein solcher Report die Information, die auf dem Screen zu sehen ist, in einer PDF-Datei ausgegeben werden. Im Einkaufsmodul (Procurement) werden zudem auch für alle benötigten Formulare wie Einkaufsanfrage, Bestellungen, etc. entsprechende Reports generiert. Dazu läuft auf demselben Server eine Open-Source Lösung von BIRT (Business Intelligence Report Tools). Auf Basis eines sogenannten Report-Templates werden die Daten aufbereitet und die Ausgabedatei generiert.

Zusätzlich zu den Reports in der Applikation r5 bietet die MESPAS AG eine entkoppelte Plattform an, die MESPAS Reporting Engine (MRE). Diese ermöglicht es den Kunden kompliziertere Reports unabhängig von der Applikation zu generieren und beinhalten meist komplexere Aggregationen als jede in der Applikation selbst. Zudem können diese MRE-Reports auch terminiert werden. Das heisst, dass ein Benutzer sich einen Report regelmässig ausführen und per E-Mail schicken lassen kann. Die Implementierung der Reports folgen dem gleichen Muster (Report Templates mit BIRT).

Seit 2014 ist eine neue, web-basierte Lösung der Applikation r5 in Form einer Microservice Architektur in Entwicklung. Jede Tätigkeit läuft in einem eigenen Microservice in einer Datenbank mit entsprechenden zugehörigen Schemas. Nun soll für diese neue Plattform ein Konzept für die Integration von Kunden-Reports entwickelt werden. Diese soll ebenfalls als Microservice implementiert werden. Mit dieser neuen Lösung soll auch die MRE abgelöst werden können. Die Herausforderung ist dabei in erster Linie die Datenaufbereitung. Da die Daten bisher in einer zentralen Datenbank verwaltet wurde mussten diese nur von dort geholt werden. Für die neue Datenbank muss ein Konzept geschaffen werden, dass diese Daten unter Berücksichtigung von Performance und Aspekten der Datensicherheit aus den verschiedenen Datenbanken geladen und für die Erstellung dieser Reports aufbereitet werden können. Zu beachten ist dabei, dass jeder Microservice bei Änderungen individuell "deploybar" ist. Deshalb soll die Definition des Reports beim zugehörigen Microservice liegen und der Reporting-Microservice muss bei solchen Änderungen die neue Definition verarbeiten können, ohne dass ein neues Deployment nötig wird.

## 1.2 Ziele der Arbeit

Das Ziel der Arbeit ist das fertige Konzept für die Integration der Reports. Dabei sollen zunächst mögliche Werkzeuge für das Rendering evaluiert werden (z.B. ob BIRT Templates weiterhin unterstützt werden können). Danach soll analysiert werden, wie mit einem Request in JSON Form alle notwendigen Daten aufbereitet und zurückgegeben werden können. Die neue Reporting-Lösung soll es zudem ermöglichen, dass die Reports terminiert und automatisiert per E-Mail versendet werden können.

Bis anhin wurden die Reports von Hand getestet. Es soll daher eine Möglichkeit für automatisierte Unit Tests geschaffen werden. Zuletzt soll anhand eines Prototyps / Proof of Concept die Lauffähigkeit dieses Konzepts dargelegt werden.

## 1.3 Aufgabenstellung

Aus der Ausgangslage und den Zielen der Arbeit ergibt sich folgende Aufgabenstellung:

### 1.3.1 Ist-Analyse

* Analyse der bisherigen Datenstrukturen
* Analyse der bisherigen Werkzeuge

### 1.3.2 Anforderungsanalyse

* Erarbeitung der Anforderungen an das neue Reporting-Konzept
* Anforderungen an das Datenmodell beschreiben

### 1.3.3 Recherche

* Evaluation der Werkzeuge durchführen
* Entscheidung für ein Tool treffen

### 1.3.4 Konzept

* Definition des Request-Formates
* Beschreibung der Schnittstellen
* Beschreibung der Datenaufbereitung
* Beschreibung des Test-Konzeptes

### 1.3.5 Proof of Concept

* Prototyp des Microservice entwickeln
* Proof of Concept anhand Beispiel-Reports beschreiben

### 1.3.6 Testing

* Definition von Testfällen
* Durchführung der Tests

### 1.3.7 Abschluss

* Fazit und Erkenntnisse

# 2 Ist-Analyse

Bevor mit der Erarbeitung der neuen Lösung begonnen werden kann muss zunächst analysiert werden, wie das Aktuelle System aussieht um Synergien allenfalls nutzen zu können.

## 2.1 Einleitung

Die bisherige Lösung steht auf drei Säulen: die Reports in der Applikation r5, die Reports auf der MRE und die Reports auf der neuen Web-Plattform. Sämtliche Reports werden mit BIRT (Business Intelligence Reporting Tools) erstellt.



Abb. : Bestehende Lösung – Übersicht

Auf Abb. 1 wird eine Übersicht über die Reporting-Architektur in r5 und MRE gezeigt. Dabei fällt auf, dass die MRE und der r5 Office Client dieselbe Datenbank verwenden. Der r5 Offshore Client wird auf Schiffen installiert. Da Schiffe über keine permanente Internetverbindung verfügen, wird hier eine lokale H2 Datenbank verwendet. Die Daten werden dann jeweils über einen Synchronisationsmechanismus ausgetauscht.



Abb. : Reports in MESPAS Web (vereinfacht)

Abb. 3 zeigt schematisch, wie die Erstellung eines Reports grundsätzlich abläuft.



Abb. : Generierung von Reports

### 2.1.1 Reports in der Applikation r5

In der Applikation r5 befinden sich Reports die in der Regel die Informationen, die sich auf dem Screen befinden, für die selektierten Elemente abbilden sollen. Das folgende Beispiel soll dieses Prinzip näher erläutern. Im r5 gibt es den Screen „*Task List*“. Dieser Liste bildet ab, welche Wartungsarbeiten auf einem Schiff erledigt wurden oder zu erledigen sind:



Abb. : Task Liste in r5

Nun kann man die Zeilen selektieren für die man den Report erhalten möchte und den Report mittels Klick auf den Button ausführen. Für die selektierte Zeile erhält man nun folgenden Report im PDF Format:



Abb. : Beispiel Report Task Liste

In einigen Fällen gibt es auf einem Screen einen Übersichts- und einen Detailreport. Ein Übersichtreport bildet im Wesentlichen das ab, was auf dem Screen zu sehen ist während ein Detailreport genauere Information über die ausgewählte Zeile liefert.



Abb. : Report-Button

Zusätzlich kann zwischen PDF, Excel, Word und HTML als Ausgabeformat gewählt werden.



Abb. : Ausgabeformat

### 2.1.2 Reports auf der MRE

Wie bereits erwähnt ist die MRE von der Applikation entkoppelt. Die Reports werden auf einem eigenen Server, genannt iServer betrieben. Dabei wird zwischen Standard Reports, die für alle Benutzer verfügbar sind, und kundenspezifischen Reports, die nur für Benutzer der entsprechenden Firma sichtbar sind, unterschieden.



Abb. : Dokumentenstruktur in der MRE

MRE Reports haben eine andere Aufgabe als jene in der Applikation r5. Die MRE aggregiert und berechnet Zahlen und Fakten, die für das Zielpublikum von Interesse sind. Besonders im Einkaufsbereich, genannt „*Procurement*“, sind Übersichten über Bestellungen wie z.B. Volumen, oder Bestellungen nach Kategorie, etc. wichtig für die Reedereien. Auch im Bereich Wartung („*Planned Maintenance System*“, PMS) sind Reports die einen zusammenfassenden Charakter aufweisen von grossem Interesse.

Um einen Report auf der MRE auszuführen muss sich der Benutzer zunächst einloggen. Dann kann er über den Baum (siehe Abb. 5) zum entsprechenden Verzeichnis gelangen und den gewünschten Report ausführen. Beispiel:



Abb. : Auswahl Beispiel-Report: Übersicht über die Wartungen der Motoren eines Schiffes

In diesem Beispiel erhält der Benutzer eine Übersicht über die Wartungsarbeiten die an den Motoren eines Schiffes durchgeführt wurden. Da dieser Report einen Parameter in Form einer Eingabe erwartet (in diesem Fall die Auswahl des Schiffes) wird der Benutzer danach gefragt:



Abb. : Auswahl eines erforderlichen Parameters für einen MRE Report

Das Resultat sieht wie folgt aus:



Abb. : Resultat Beispiel-Report: Übersicht über die Wartungen der Motoren eines Schiffes

Das Resultat zeigt die Art der Aktivität, die Beschreibung der Komponente, das Wartungsintervall in Stunden, die Einheiten, sowie Daten der Wartung wie Durchführungsdatum, Laufzeit der Komponente, etc.

Ein wichtiger Unterschied zwischen der MRE und den Reports im r5 ist, dass die MRE fähig ist, die Ausführung von Reports zu terminieren. Viele Benutzer wünschen sich in regelmässigen Abständen den gleichen Report mit den jeweils aktuellen Daten und sie möchten diesen auch automatisch erhalten. Der Benutzer kann diese Terminierung selbst vornehmen. Bei jedem Report findet sich ein Symbol in Form einer Uhr:



Abb. : Symbol zur Terminierung von MRE Reports

Wählt man dieses Symbol aus gelangt man zum Fenster zur Terminierung von Reports. Darin kann man die benötigten Informationen hinterlegen:



Abb. : Terminierung von Reports (Einstellungen)

Im Bereich **Schedule** hinterlegt man die allgemeinen Informationen wie Jobname und die Ausführungsdaten. Dabei kann man zwischen drei Optionen auswählen:

* Einmalige, sofortige Ausführung des Reports („*Right now*“)
* Einmalige Ausführung des Reports an einem bestimmten Datum (*„Once“*)
* Wiederkehrende Ausführung im angegeben Intervall (*„Recurring“*)

Im Bereich **Parameter** kann, falls erforderlich, der entsprechende Parameter der für den Report angegeben wurde hinterlegt werden.

Im Bereich **Save As** werden die Information hinterlegt, die für den Report nach der Ausführung benötigt werden. Dabei kann angegeben wo das Output-Dokument abgelegt werden und ob der Report per E-Mail verschickt werden soll.



Abb. : Terminierung von Reports - Optionen für den Output

Die entsprechende E-Mail Adresse ist im Profil des Benutzers hinterlegt.

### 2.1.3 Reports auf der Web-Plattform

Wie in Kapitel 1.1 erwähnt, ist die Web-Plattform seit 2014 in Entwicklung. Im August 2015 wurde die erste Version produktiv geschaltet. Es handelt sich dabei um einen Client für die Lieferanten von Ersatzteilen und Materialien. Für diesen Client wurde bereits eine Reporting-Lösung implementiert. Ein grosser Unterschied zu den Reports in r5 ist die Auswahl der Elemente. In r5 können die Elemente die im Report erscheinen sollen ausgewählt werden. Auf der Web-Plattform (MW) werden Reports nur für alle angezeigten Elemente ausgeführt. Beispiel:



Abb. : Übersicht der Offerten

In Abb. 12 ist die Übersicht der Offerten, die der Benutzer erstellt hat, zu sehen. Möchte der Benutzer nun eine Übersicht dieser Offerten in einem Report aufbereitet haben braucht er nun nur den Button „PDF Report“ zu bestätigen und er hält sofort den gewünschten Report:



Abb. : Beispiel-Report Web-Plattform: Übersicht Offerten

## 2.2 Datenquellen

Wie in Abb 3. zu sehen ist, wird nach dem Laden des Report Templates die Datenquelle gelesen. Die Datenquelle ist ein Element in BIRT, das festlegt, auf welche Art und Weise die Daten aufbereitet werden. Dabei unterscheidet man grob zwischen zwei Kategorien: Scripted Data Sources und Datenbanken. Die Scripted Data Sources verwendet man dann, wenn man die Daten nicht mittels SQL, sondern mittels Java aufbereiten möchte.

## 2.3 Datenstrukturen

Mit Datenquellen alleine können noch keine Resultate abgebildet werden. Dazu benötigt man sogenannte Datasets. Ein Dataset ist im Grunde nichts anderes als ein relationales Modell einer Untermenge von Daten. Diese Daten können im Report verwendet werden. Um ein Dataset zu erzeugen kann man eine SQL Abfrage schreiben (für Datasets, die als Basis eine Datenbank haben) oder diese programmatisch abfragen.

## 2.4 Report Templates

BIRT Reports werden als Template mittels dem BIRT Report Designer erstellt. Die BIRT Runtime ist grundsätzlich abwärtskompatibel jedoch kann eine Runtime keinen Report ausführen der mit einem neueren BIRT Report Designer erstellt wurde. Nachfolgend ist eine Übersicht der Runtime und der dazu benötigten Ausgabe des BIRT Report Designers:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Plattform** | **Runtime Version** | **BIRT Designer Version** |
| r5 | 2.5.2 | 2.5.1 |
| MRE | 2.6.2 | 2.6.2, Proprietär |
| MESPAS Web | 3.2.23 | 3.2.23 |

Tabelle : Verwendete BIRT Version

## 2.5 Schwächen

Das aktuelle System funktioniert in allen Belangen fehlerfrei. Da jedoch in der neuen Lösung keine einzelne, zentrale Datenbank zur Verfügung muss die Verarbeitung neu entworfen werden. Zudem ist die proprietäre Lösung für die MRE sehr kostspielig, daher ist eine eigene Lösung nur schon aus wirtschaftlichen Überlegungen begrüssenswert.

# 3 Anforderungsanalyse

Um die Anforderungen an die neue Lösung festzuhalten werden User Stories verwendet. Dabei wird zwischen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen unterschieden. In diesem Kapitel werden die Anforderungen ermittelt und entsprechend dokumentiert.

## 3.1 Stakeholder

Folgende Stakeholder sind in der neuen Lösung involviert:

* Benutzer: regulärer Benutzer des Reporting.
* Administrator: administriert die Umgebung (User Management, etc.)
* Projektleiter: ist zuständig für die Kunden. Sie teilen der Entwicklung mit, ob ein Kunde eine Reporting-Lösung braucht.
* Entwickler: zuständig für die Entwicklung und Bereitstellung von Reports
* System Administrator: zuständig für die Bereitstellung der Hardware und den Betrieb

## 3.2 Visualisierung der User Stories



Abb. : Übersicht User Stories

## 3.3 User Stories

### 3.3.1 Allgemeines

In der neuen Lösung sollen die Applikationsreport und die funktionalen Eigenschaften der MRE berücksichtigt werden. Dabei sollen die Bereiche der neuen Web-Plattform die einen Report benötigen, einen solchen erhalten und die MRE-Funktionalität soll in einem eigenen Microservice als Modul berücksichtigt werden. Da die Implementierung der Applikationsreports bereits vorhanden ist beschränkt sich dieser Abschnitt auf die MRE Funktionalität.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-01** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Report ausführen | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich einen Report ausführen können. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Report enthält die korrekten Daten  Der Report enthält das korrekte Layout | |
| **Story Nr.** | **US-02** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Getrennte Bereiche für Standard- und Kundenspezifische Reports | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich einen Bereich haben in dem meine kundenspezifischen Reports abgelegt sind und von den Standard-Reports getrennt sind. | |
| **Bemerkungen** | Ein Kundenspezifischer Report ist ein Report, der speziell für Benutzer dieses Kunden erstellt wurde. Standard-Reports hingegen können von allen Benutzern verwendet werden. | |
| **Akzeptanzkriterien** | Benutzer A kann die kundenspezifischen Reports von Benutzer B nicht sehen.  Benutzer B kann die kundenspezifischen Reports von Benutzer A nicht sehen.  Benutzer A und B können alle Standard-Reports sehen. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-03** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Report-Kategorien | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich, dass Report nach Kategorien gruppiert werden. | |
| **Bemerkungen** | Die Applikation kennt verschiedene Module und die Reports sollen in Kategorien, die sich an diesen Modulen orientieren, eingeteilt werden. | |
| **Akzeptanzkriterien** | Die Reports sind korrekt kategorisiert.  Reports die keiner bestimmten Kategorie zugeordnet werden können sind in einer allgemeinen Kategorie eingeteilt. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-04** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Report suchen | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich nach einem Report suchen können. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Die Suche liefert alle Reports zurück die den Suchkriterien entsprechen.  Die Suche liefert keine falschen Resultate zurück. | |

### 3.4.2 Automatisierte Reports

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-05** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Terminierung von Reports | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich einen Report terminieren können | |
| **Bemerkungen** | Ein Benutzer soll diesen Schedule selbst setzen können. | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein terminierter Report wird im korrekten Intervall ausgeführt  Ein terminiert ausgeführter Report enthält die korrekten Daten. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-06** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Mail-Versand | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich, dass ein Report automatisch per Mail an mich versendet werden kann. | |
| **Bemerkungen** | Abhängigkeit von Story S3 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Report kommt an die im Benutzerprofil hinterlegte E-Mail Adresse an.  Der korrekte Report wurde ausgeführt.  Der Report enthält die korrekten Daten. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-07** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Löschen von Schedules | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich die Ausführung von terminierten Reports stoppen können. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein terminierter Report ist nach der Lösung nicht mehr sichtbar. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-08** | **Priorität:** niedrig |
| **Titel** | Status von terminierten Reports | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich, dass ich eine Übersicht über meine terminierten Reports mit deren Status einsehen kann. | |
| **Bemerkungen** | Die Übersicht soll alle terminierten Reports anzeigen, unabhängig von dessen Status | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Reporting-Service enthält einen Bereich mit einer Status-Übersicht  Die Statusmeldungen liefern Informationen über den Job. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-09** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Erneutes Ausführen fehlgeschlagener Jobs | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich, dass, wenn ein Ausführungsjob fehlschlägt ein Administrator (Entwickler) diesen manuell erneut ausführen kann. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein fehlgeschlagener Ausführungsjob kann durch den Benutzer mit einem Klick erneut ausgeführt werden. | |

### 3.4.3 Report-Eigenschaften

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-10** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Formate | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich zwischen verschiedenen Output-Formaten wählen können. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Bei der Ausführung eines Report kann der Benutzer zwischen folgenden Formaten als Output auswählen: PDF, Excel | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-11** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Report-Parameter | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich, dass Reports Parameter entgegen nehmen können | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Parameter wird korrekt verarbeitet.  Parameter ist vom korrekten Typ  Report liefert korrekte Daten aufgrund des Parameters zurück | |

### 3.4.4 Datensicherheit

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-12** | **Priorität:** hoch |
| **Titel** | Mandantentrennung | |
| **Beschreibung** | Als Benutzer möchte ich, dass meine Daten nicht für Benutzer anderer Firmen sichtbar sind. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Reporting-Service stellt sicher, dass die Mandantentrennung gewährleistet ist. | |

### 3.4.5 Administrator Stories

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-13** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Administrator – Report-Rollen | |
| **Beschreibung** | Als Administrator möchte ich den Reports die benötigten Rollen zuweisen können. | |
| **Bemerkungen** | Die ganze Benutzerverwaltung ist bereits vorhanden und somit nicht Teil dieser Lösung. | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Report kann von der entsprechenden Rolle ausgeführt werden  Der Report kann nicht von unberechtigten Rollen ausgeführt werden. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-14** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Administrator – Reports hochladen | |
| **Beschreibung** | Als Administrator möchte ich einen Report auf das System laden können. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Administrator kann einen Report hochladen  Ein Benutzer hat keine Optionen einen Report zu verändern oder hochzuladen | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Story Nr.** | **US-15** | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Administrator – Erneutes Versenden fehlgeschlagener Reports | |
| **Beschreibung** | Als Administrator möchte ich ein Report-Template auf das System laden können. | |
| **Bemerkungen** | Die gleiche Anforderung existiert für Benutzer in Story US-07 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein fehlgeschlagener Ausführungsjob kann durch einen Administrator mit einem Klick erneut ausgeführt werden. | |

## 3.5 Funktionale Anforderungen

Zu den im vorherigen Kapitel erarbeiteten Stories müssen nun die Anforderungen entwickelt werden.

### 3.5.1 Anforderungen Allgemeines

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-001 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-01 |  |
| Titel | Report ausführen | |
| Beschreibung | Ein Report soll durch einen Benutzer ausgeführt werden können. Da ein Report unter Umständen Daten aus verschiedenen Datenbanken beziehen ist es erforderlich, dass der Report mehrere Datenbanken ansteuern kann. | |
| Bemerkungen |  | |
| Akzeptanzkriterien | Der Report enthält die korrekten Daten  Das Layout des Reports ist korrekt. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-002 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-02 |  |
| Titel | Kundenspezifische Reports | |
| Beschreibung | Die Story US-02 verlangt, dass die Benutzer über einen Bereich verfügen in dem die KSR abgelegt sind. Diese Reports dürfen nur für die Benutzer der jeweiligen Organisation sichtbar sein. Dies ist über eine Rolle, die als Datenbankfeld realisiert wird, zu steuern. | |
| Bemerkungen |  | |
| Akzeptanzkriterien | Ein Report muss eine Rolle haben.  Es ist nicht möglich einem Report keine Rolle zuzuweisen.  Benutzer A kann die kundenspezifischen Reports von Benutzer B nicht sehen.  Benutzer B kann die kundenspezifischen Reports von Benutzer A nicht sehen.  Benutzer A und B können alle Standard-Reports sehen. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-003 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-03 |  |
| Titel | Report-Kategorien | |
| Beschreibung | Wie in der Story US-03 beschrieben, werden Report in Kategorien eingeteilt. Daraus ergibt sich folgende Anforderung: ein Report muss beim Hochladen einer bestimmten Kategorie zugeordnet werden müssen. Dies ist über ein Datenbankfeld zu steuern. | |
| Bemerkungen |  | |
| Akzeptanzkriterien | Ein Report muss eine Kategorie haben  Es ist nicht möglich einem Report keine Kategorie zuzuweisen.  Der Report wird im korrekten Bereich angezeigt  Der Report ist nicht in anderen Kategorien sichtbar. | |

### 3.5.2 Anforderungen automatisierte Reports

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-004 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-05 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – einmalige Ausführung | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer soll die Möglichkeit haben einen Report zu schedulen. Das heisst, er kann den Zeitpunkt der Ausführung des ausgewählten Reports selber bestimmen. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der korrekte Report wird ausgeführt  Der Report wird zur korrekten Zeit ausgeführt | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-005 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-04 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – regelmässige Ausführung | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer soll die Möglichkeit haben einen bestimmten Report regelmässig ausführen zu lassen. Dabei soll er folgendes bestimmen können:  - Zeitpunkt der erstmaligen Ausführung  - Intervall der Ausführung  - Zeitpunkt der letztmaligen Ausführung, **oder**  - Anzahl der Ausführungen (frei wählbar) | |
| **Bemerkungen** | Verwandt mit Anforderung R-004 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der korrekte Report wird ausgeführt  Der Report wird zur korrekten Zeit erstmalig ausgeführt  Der Report wird zur korrekten Zeit letztmalig ausgeführt  Die Ausführung erfolgt in den korrekten Abständen | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-006 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-05, US-10 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Format | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer soll die Möglichkeit haben, beim terminieren eines Reports das Format des Enddokumentes auszuwählen. Folgende Formate müssen zwingend unterstützt werden: PDF und XLS(X) (Excel) | |
| **Bemerkungen** | Verwandt mit Anforderung R-004 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der korrekte Report wird ausgeführt  Der Report wird zur korrekten Zeit erstmalig ausgeführt  Der Report wird zur korrekten Zeit letztmalig ausgeführt  Die Ausführung erfolgt in den korrekten Abständen  Der Report wird im korrekten Format ausgeführt | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-007 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-07 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Ausführung stoppen | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer muss die Möglichkeit haben die Ausführung eines terminierten Reports zu suspendieren oder zu stoppen. Um die Ausführung zu suspendieren soll jeder terminierte Report mit einer Checkbox versehen werden die auf einen aktiven Status hinweist. Durch Deselektion dieser Checkbox wird die Ausführung suspendiert.  Um die Ausführung eines terminierten Reports zu stoppen muss der Benutzer die Möglichkeit haben die Ausführung gänzlich zu stoppen. Das Löschen dieses Schedule ist zu bestätigen. | |
| **Bemerkungen** | Verwandt mit Anforderung R-004 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein suspendierter Report wird nicht mehr ausgeführt, bis dieser wieder aktiviert wird  Ein Report, dessen Ausführung gelöscht wurde, wird nicht mehr Ausgeführt  Ein Report, dessen Ausführung gelöscht wurde, ist nicht mehr als Schedule sichtbar | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-008 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-06 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Mail Versand | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer muss einen Report per Mail versenden können. Dieses Senden soll sich dabei auf automatisierte Reports beschränken, d.h. Report die Manuell ausgeführt werden, werden nicht versendet.  Es ist daher ein Feld zur Verfügung zu stellen, dass eine E-Mail Adresse beinhalten kann, an welche der ausgeführte Report zu versenden ist. | |
| **Bemerkungen** | Verwandt mit Anforderung R-004 | |
| **Akzeptanzkriterien** |  | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-009 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-06 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Mail Versand / Auswahl | |
| **Beschreibung** | Das Versenden von Reports per E-Mail (siehe Anforderung R-007) soll optional sein, d.h. der Benutzer soll beim Terminieren eines Reports auswählen können, ob der Report auch per E-Mail versendet werden können soll. Der Benutzer soll dies mit einer Checkbox auswählen können. | |
| **Bemerkungen** | Blockiert von Anforderung R-008 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der korrekte Report wird ausgeführt  Ein Schedule mit aktiver E-Mail Checkbox eine E-Mail mit dem Report aus.  Ein Schedule ohne aktive Checkbox löst eine E-Mail aus. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-010 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-07 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Mail Versand / Format | |
| **Beschreibung** | Wie in Anforderung R-005 beschrieben, soll der Benutzer beim terminieren eines Reports ein Format auswählen können. Dieses Format muss auch beim Versand der E-Mail berücksichtigt werden. | |
| **Bemerkungen** | Blockiert von Anforderung R-008 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der korrekte Report wird ausgeführt  Ein Schedule mit aktiver E-Mail Checkbox eine E-Mail mit dem Report aus.  Ein Schedule ohne aktiver Checkbox löst eine E-Mail aus.  Die E-Mail enthält den Report im korrekten Format. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-011 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-08 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Status | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer soll den Status jedes terminieren Reports einsehen können. Daher ist eine Seite einzurichten auf der Benutzer tabellarisch eine Übersicht über seine ausgeführten Reports einsehen kann. Die Übersicht soll folgendes beinhalten:  - Datum und Zeit  - Name des Ausführungsauftrags  - Der Benutzer der den Schedule eingestellt hat  - Status (erfolgreich oder fehlgeschlagen) | |
| **Bemerkungen** | Blockiert von Anforderung R-008 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Die Liste enthält die korrekten Ausführungen  Die Ausführungen in der Liste haben die korrekten Status | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-012 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-08, US-09 |  |
| **Titel** | Terminierung von Reports – Erneutes Versenden bei Fehlschlag | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer soll den Status jedes terminieren Reports einsehen können. Daher ist eine Seite einzurichten auf der Benutzer tabellarisch eine Übersicht über seine ausgeführten Reports einsehen kann. Die Übersicht soll folgendes beinhalten:  - Datum und Zeit  - Name des Ausführungsauftrags  - Status (erfolgreich oder fehlgeschlagen) | |
| **Bemerkungen** | Blockiert von Anforderung R-008 | |
| **Akzeptanzkriterien** | Die Liste enthält die korrekten Ausführungen  Die Ausführungen in der Liste haben die korrekten Status | |

### 3.5.3 Anforderungen Report Eigenschaften

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-013 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-11 |  |
| **Titel** | Report-Parameter - Allgemein | |
| **Beschreibung** | Ein Report muss unter Umständen parametrisiert werden können. Dabei ist sicherzustellen, dass das Format korrekt verarbeitet wird und mit dem Parameter die korrekten Daten geliefert werden. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Das Format des Parameters ist korrekt  Die Daten sind korrekt. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-014 | **Priorität:** mittel |
| **Story** | US-11 |  |
| **Titel** | Report-Parameter – Optionale Parameter | |
| **Beschreibung** | Ein Report muss optionale Parameter unterstützen, d.h. dem Benutzer ist es freigestellt eine Auswahl zu treffen. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Das Format des Parameters ist korrekt  Die Daten sind korrekt. | |

## 3.6 Nicht-Funktionale Anforderungen

Neben den funktionalen Anforderungen gibt es einige nicht-funktionale Anforderungen die die neue Lösung erfüllen soll. Diese sind wie folgt definiert:

### 3.6.1 Performance

Die Performance muss zwischen zwei unterschiedlichen Aspekten unterschieden werden: die Performance der Reports und die der Plattform selbst. Unter der Performance der Plattform versteht man die Geschwindigkeit mit der:

* einzelne Seiten geladen werden
* nach Reports gesucht werden kann

Daraus ergeben sich folgende Anforderungen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-015 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Performance - Report | |
| **Beschreibung** | Reports sollen grundsätzlich performant sein. Bei Reports, die direkt ausgeführt d.h. nicht als Schedule werden, möchte der Benutzer nicht lange auf das Ergebnis warten müssen. Bei terminierten Reports ist die Akzeptanz höher.  Da mit der neuen Lösung die Daten von verschiedenen Datenbanken geholt werden müssen kann es eine leichte Verschlechterung der Performance in dieser Hinsicht geben. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein Report, der direkt ausgeführt wird benötigt für die Ausführung nicht länger als 60 Sekunden  Ein terminierter Report benötigt für die Ausführung nicht länger als 180 Sekunden.  Die Performance der Reports darf generell nicht mehr als 10% schlechter als vorher sein. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-016 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Performance – Suche | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer möchte, dass Suchresultate rasch erscheinen. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Die Suche nach einem Report dauert nicht länger als 15 Sekunden. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-017 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Performance – Plattform | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer möchte, dass die die Funktionalität der Plattform eine gute Performance aufweist und er nicht lange auf Reaktionen warten muss. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Das Reporting darf sich nicht langsamer verhalten als der Rest der Plattform. Entsprechende Performance Tests inklusive Vergleich mit anderen Modulen sind daher durchzuführen. | |

### 3.6.2 Verfügbarkeit

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-018 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Verfügbarkeit | |
| **Beschreibung** | Der Benutzer möchte, dass die Reporting-Plattform grundsätzlich verfügbar ist. Dies ist aber nur der Fall, wenn die ganze Plattform verfügbar ist. | |
| **Bemerkungen** | Für die Verfügbarkeit ist Operations zuständig. Jedoch kann sichergestellt werden, dass beim Systemstart auch das Reporting gestartet wird. | |
| **Akzeptanzkriterien** | Wenn die ganze Plattform verfügbar ist, sind auch die Reports verfügbar. | |

### 3.6.3 Look and Feel

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-019 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Look and Feel | |
| **Beschreibung** | Die MESPAS AG verfügt über interne Richtlinien bezüglich Corporate Design (CD). Der Benutzer möchte, dass die neue Lösung optisch zum Gesamtbild passt. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Das Look and Feel der neuen Lösung hält die CD Richtlinien ein. | |

## 3.7 Technische Anforderungen

Da die neue Plattform über einen komplett anderen Aufbau als die bestehende MRE verfügt gibt es einige technische Anforderungen, die erfasst werden müssen.

### 3.7.1 Daten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-020 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Daten – Datenbank | |
| **Beschreibung** | Ein Report muss in der Lage sein, sich auf die benötigten Datenbanken zu verbinden und Daten holen zu können. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Ein Report der zwei oder mehr Datenbanken benötigt verbindet sich zu den korrekten Datenbanken.  Ein Report verbindet sich nicht auf nicht benötigte Datenbanken. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-021 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Daten – Datenobjekte | |
| **Beschreibung** | Um Daten in einem Report abbilden zu können wird ein sogenanntes Dataset benötigt. Ein Element in einem Report kann immer nur ein Dataset gleichzeitig verwenden (z.B. eine Tabelle kann nur Daten aus **einem** Dataset abbilden).  Daher ist sicherzustellen, dass die Daten in sinnvoller Art und Weise zusammengestellt werden. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Das Dataset enthält die korrekten Daten die abgebildet werden müssen. | |

### 3.7.2 Scheduler

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-022 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Scheduler | |
| **Beschreibung** | Da Reports terminiert werden können sollen, benötigt die Lösung einen Scheduler. Dieser soll regelmässig prüfen, ob ein es einen Report gibt, der ausgeführt werden soll und wenn eine Intervallsgrenze erreicht ist, den entsprechenden Report oder die gewünschte Aktion ausführen. | |
| **Bemerkungen** | Zunächst sind bestehende Lösungen zu prüfen | |
| **Akzeptanzkriterien** | Der Scheduler führt die Aufgaben in den korrekten Abständen aus. | |

### 3.7.3 Logging

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-023 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Logging - Fehler | |
| **Beschreibung** | In der MRE findet in der heutigen Form kein echtes Logging statt. Wenn ein Fehler auftritt erhält der Benutzer zwar eine Fehlermeldung aber ein Stacktrace wird nicht geloggt. In der neuen Lösung ist daher darauf zu achten, dass allfällige Exceptions korrekt geloggt werden. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Bei Fehlern wird der korrekte Stacktrace geloggt | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-024 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Logging - Ausführung | |
| **Beschreibung** | In r5 wird die Ausführungszeit der Report in das Serverlog geschrieben, in der MRE jedoch nicht. Da die Ausführungszeit die Wichtigste Kennzahl für die Performance ist ist die Ausführungszeit jedes Reports in der neuen Lösung zu loggen. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Für jeden Report werden zwei Log-Einträge mit folgendem Inhalt geschrieben:  Start: Timestamp, Benutzer-Id, Report-Id  Ende. Timestamp, Benutzer-Id Report-Id, Ausführungszeit | |

### 3.7.6 Migration

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderung Nr.** | R-025 | **Priorität:** mittel |
| **Titel** | Logging - Ausführung | |
| **Beschreibung** | Aus Gründen der Einfachheit der Migration ist sicherzustellen, dass die bestehenden BIRT Templates wiederverwendet werden können. Da die Firma MESPAS AG im Jahre 2015 ein Rebranding durchgeführt hat ist zu klären, ob die bisherigen Reports dem neuen Corporate Design (CD) entsprechend umgestaltet werden sollen. | |
| **Bemerkungen** |  | |
| **Akzeptanzkriterien** | Jeder bestehende Report kann ausgeführt werden und enthält die korrekten Daten und entspricht den CD-Richtlinien der MESPAS AG. | |

# 4 Recherche

Nachdem die Anforderungen erfasst wurden müssen nun die benötigten Komponenten ermittelt werden. Zunächst wird festgestellt, welche Werkzeuge für die Umsetzung benötigt werden. Gibt für einen Einsatzbereich mehrere ähnlich gute Lösungen, ist eine Nutzwertanalyse durchzuführen.

## 4.1 Benötigte Werkzeuge

### 4.1.1 Scheduling

Eines der wichtigsten Features der neuen Lösung ist die Fähigkeit, Reports zu terminieren (User Story US-05) Um diese Reports entsprechend ausführen zu können wird ein Scheduler benötigt der konfigurierbar ist und die Aufgaben zuverlässig ausführt.

### 4.1.2 Rendering

Da die Reports auf Basis eines Templates erstellt werden sollen wird ein Tool benötigt, das in der Lage ist, BIRT Templates zu verarbeiten.

### 4.1.3 Mail-Versand

Die neue Lösung soll Reports auch per Mail versenden können (User Story US-06). Daher wird ein Werkzeug benötigt, das es erlaubt, programmatisch E-Mail mit Attachment zu versenden.

### 4.1.4 Dokumente erstellen

Die User Story US-10 verlangt, dass Reports in unterschiedlichen Dateiformaten erstellt werden können. Daher wird ein Tool benötigt, das beim Rendering entsprechend Output-Formate unterstützt.

## 4.2 Evaluation der Werkzeuge

### 4.2.1 Scheduler

In MESPAS r5 wurde bisher Quartz von Apache für das Scheduling verwendet. Da in MESPAS Web jedoch Spring verwendet wird soll auch der Spring Scheduler geprüft werden.

#### 4.2.1.1 Spring

Das Spring Framework bietet Schnittstellen für die asynchrone Ausführung und terminieren von Tasks an[1]. Über ein XML File können die Grundeinstellungen konfiguriert werden und über die API, die vom Spring Framework bereitgestellt wird, können die Schedules direkt programmatisch eingestellt werden.

#### 4.2.1.2 Quartz

Quartz ist ein Scheduling Tool von Terracota das als Open-Source Software unter der Apache 2.0 Lizenz erhältlich ist. Im Gegensatz zu Spring müssen die Intervalle als Cronjob in einem XML File eingestellt werden.

#### 4.2.1.3 Nutzwert-Analyse

Da auf den ersten Blick beide Lösung bereits im Einsatz sind und ihre Stärken haben ist hier eine Nutzwert-Analyse zur Entscheidung vonnöten. Dabei sind verschiedene Kriterien zu berücksichtigen die als Entscheidungsgrundlage dienen sollen. Folgende Kriterien werden festgelegt:

* Abdeckung der benötigten Funktionen
* Einfachheit der Integration
* Produktreife
* Komplexität
* Community

Um die Kriterien und Gesamthaft zu bewerten um letztendlich eine Entscheidung für ein Werkzeug treffen zu können wird eine Nutzwertanalyse (NWA) durchgeführt. Es handelt sich dabei um ein relativ altes Verfahren, das seine Ursprünge in der volkswirtschaftlichen „Utility Analysis“ hat[2]

Zunächst werden die Kriterien für die Varianten etwas genauer betrachtet. Dazu wird untersucht, in wieweit die Variante für die Lösung geeignet ist. Dazu werden Punkte von 1 bis 5 gegeben und gewichtet. Das Punkteschema entspricht einer linearen Skala die die Erfüllung der geforderten Funktionalität wiederspiegelt:

* 0 Punkte: Funktionalität überhaupt nicht erfüllt
* 1 Punkt: Funktionalität nur minimal erfüllt
* 2 Punkte: Funktionalität weist gravierende Lücken auf
* 3 Punkte: Funktionalität weist akzeptable Lücken auf
* 4 Punkte: Funktionalität weitgehend abgedeckt
* 5 Punkte: Funktionalität komplett erfüllt.

Am Schluss werden die gewichteten Punkte addiert und ermöglicht so eine Entscheidung für eine Variante. Dies ergibt folgende Formel zur Berechnung des Nutzwertes:

Erklärung:   
*Nk: Gesamtnutzwert  
Nki: Nutzwert Kriterium  
Wi: Gewicht*

##### 4.2.1.3.1 Abdeckung der Funktionalität

Beide Varianten bringen funktional alles mit was für den Einsatz benötigt wird. Für beide Lösungen sind die Schedules individuell konfigurierbar und funktionieren sehr zuverlässig. Bewertung: je 5 Punkte.

##### 4.2.1.3.2 Integration in das Projekt

Beide Lösungen sind relativ simpel in das Projekt integrierbar. Da Quartz nicht zum Spring Framework gehört muss die Library erst heruntergeladen und über den Klassenpfad in das Projekt eingebunden werden. Bewertung: 3 Punkte.

Da die Microservice das Spring Framework verwendet muss der Scheduler nicht zusätzlich eingebunden werden, er kann also sofort verwendet werden. Bewertung: 4 Punkte.

##### 4.2.1.3.2 Produktreife

Die erste Version von Quartz war bereits 2002 verfügbar[3]. Seither wurden Weiterentwicklungen durchgeführt. Jedoch schneidet Quartz in punkto Fehlerbehandlung ungenügend ab. Bewertung: 3 Punkte.

Spring ist seit 2004 im Einsatz und ein sehr umfangreiches Framework und wird ebenfalls ständig weiterentwickelt. Die Fehlerbehandlung ist einfach und intuitiv.

Bewertung: 5 Punkte.

##### 4.2.1.3.3 Komplexität

Ein wichtiges Kriterium ist auch die Komplexität. Für ein Werkzeug ist es vorteilhaft wenn es innert nützlicher Frist verwendet werden kann und nicht erst wochenlange Einführungskurse besucht werden müssen. Quartz ist einiges komplexer in der Verwendung als der Spring Scheduler, da das Setup von Quartz einiges aufwändiger ist und Quartz wie im Kapitel vorher erwähnt in Sachen Fehlerbehandlung sehr unübersichtlich ist. Bewertung: 2 Punkte.

Spring ist umfassend dokumentiert und intuitiv in der Anwendung. Auch komplexere Schedules können ohne grossen Aufwand eingestellt werden. Bewertung: 4 Punkte.

##### 4.2.1.3.4 Community

Wenn ein externes Werkzeug verwendet wird, möchte man im Fall vom Problemen schnell Hiulfe bekommen. Gerade in der Open-Source Welt ist die Community ein wichtiger Grundpfeiler für Fehlerbehebung und Hilfestellung bei Problemen. Daher wird die Community der beiden Varianten etwas näher betrachtet.

Quartz ist ein weit verbreitetes Tool daher gibt es auch viele Foren, Tutorials, etc. an die man sich bei Problemen wenden kann. Bewertung: 4 Punkte

Spring als grosses Framework verfügt über eine riesige Community wo man zu fast jedem Problem rasch eine Lösung findet. Das Forum war bisher eine zentrale Anlaufstelle, dieses wurde jedoch geschlossen da der Support nun über Stackoverflow stattfindet. Stackoverflow bietet so alle Vorteile die das Forum hatte. Bewertung: 5 Punkte.

##### 4.2.1.3.5 Entscheidungstabelle

Die vergebenen Punkte für die Kriterien ergeben folgende Matrix:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kriterium** | **Gewichtung** | **Bewertung A**  **(Quartz)** | **Bewertung B**  **(Spring)** | **Gewichteter Teilnutzen A** | **Gewichteter Teilnutzen B** |
| Abdeckung der Funktionalität | 50% | 5 | 5 | 2.5 | 2.5 |
| Integration in das Projekt | 20% | 3 | 4 | 0.6 | 0.8 |
| Produktreife | 5% | 3 | 5 | 0.15 | 0.25 |
| Komplexität | 15% | 2 | 4 | 0.3 | 0.6 |
| Community | 10% | 4 | 5 | 0.4 | 0.5 |
|  | 100% |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Nutzwert A | Nutzwert B |
|  |  |  |  | **3.95** | **4.65** |

Tabelle : Nutzwert-Analyse Scheduler

Die Summe der einzelnen Gewichte hat ergeben, dass Spring für dieses Projekt geeigneter und daher verwendet werden wird.

### 4.2.2 Rendering

Da die bisherigen Report Templates wiederverwendet werden sollen bietet es sich an, weiterhin BIRT als Rendering-Werkzeug zu verwenden. BIRT liefert eine einfach zu integrierende API mit die für die Verarbeitung der Report Templates notwendig ist.

#### 4.2.2.1 Einführung

BIRT stamm aus der Feder von Actuate, welche die initiale Version der Eclipse Foundation nach ihrer Aufnahme zur Verfügung gestellt hatte[4]. Eclipse hat die das Projekt weiterentwickelt und BIRT ist als Open-Source Projekt verfügbar.

#### 4.2.2.2 Verwendung

Um BIRT innerhalb der Applikation zu verwenden muss die Library ins Projekt eingebunden werden. Dann können die benötigten Klassen direkt verwendet werden.



Abb. : Import der BIRT Packages

Um einen Report innerhalb einer Java Applikation auszuführen muss ein „*IReportRunnable*“ Objekt für das Report Template angelegt werden. Dazu wird eine Instanz der Klasse ReportEngine benötigt. Über diese kann das Template dann als Objekt geöffnet werden:

IReportRunnable design**;**

is **=** **new** FileInputStream**(**reportTemplate**);**

design **=** engine**.**openReportesign**(**is**);**

Listing : Instanzieren eines IReportRunnableObjektes

Danach muss für die Ausführung ein BIRT Task erstellt werden:

Listing : Erstellen eines BIRT Tasks

final IRunAndRenderTask task **=** engine**.**createRunAndRenderTask**(**design**);**

Nun ist der Task bereit zur Ausführung. Nun können mit der Klasse *IRenderOption* noch weitere Optionen hinzugefügt werden. Dies kann nützlich sein, wenn man zum Beispiel Verbindungsinformationen an die Reporting-Engine weitergeben möchte.

Dasselbe gilt für Report Parameter. Diese können hier direkt weitergegeben werden, um so beispielsweise Informationen über die Umgebung oder den aktuellen Benutzer standardmässig weiterzugeben.

// parameters is a Map that is passed to the method generateReport()

task**.**setParameterValues**(**parameters**);**

Listing : Übergabe von Parametern an einen Report

Nun ist das Task-Objekt fertig vorbereitet und kann mit der Methode *run()* ausgeführt werden. Für den Fall, dass bei der Ausführung Fehler aufgetreten sind, können diese mit der Methode *getErrors()* in eine Liste geschrieben werden. Zuletzt muss der Task mit *close()* geschlossen werden. Zurückgegeben wird dabei ein File, welches dann geöffnet werden kann.

### 4.2.3 Output Format

Die neue Lösung soll zunächst zwei Output-Formate unterstützen: PDF und Excel. Daher wird ein Tool benötigt welches diese Formate ermöglicht. Da BIRT bereits als Renderer feststeht, es naheliegend die BIRT Library auch hier zu verwenden, da das OutputFormat lediglich als Option gesetzt werden muss:

Listing : Output-Format eines Reports festlegen

IRenderOption options **=** **new** RenderOption**();**

options**.**setOutputFormat**(**"pdf"**);**

Somit werden die Anforderungen der Stories US-01, US-10 und US-11 erfüllt.

### 4.2.4 Mailer

Die Story US-06 verlangt, dass ein Report per E-Mail versendet werden können soll. Dazu muss die Applikation einen Mailer verwenden der in der Lage ist, Attachments zu versenden. Da in der Applikation bereits JavaMail verwendet wird, ist eine weitere Untersuchung müssig, da JavaMail über sämtliche Funktionen, die benötigt werden, verfügt.

#### 4.2.4.1 Einführung in JavaMail

Die JavaMail API biete ein plattform- und protokollunabhängiges Framework an um E-Mails und Nachrichtenapplikationen zu erstellen[5]. Um die API zu verwenden muss die JavaMail Bibliothek im Klassenpfad eingebunden werden.

Die Verwendung von JavaMail ist relativ trivial. Im folgenden Abschnitt wird kurz erläutert wie die Library verwendet werden kann.

#### 4.2.4.2 Verwendung von JavaMail

Zunächst muss eine Klasse erstellt werden, die das Interface „*Mail*“ implementiert. Die im Interface definierten Methoden müssen ebenso implementiert werden und es ist empfehlenswert, die notwendigen Parameter als Instanzvariabeln zu deklarieren und diese im Konstruktor zu initialisieren:

public class MyMail **implements** Mail **{**

/\* mail settings \*/

private String host**;**

private String user**;**

private String pass**;**

private int port**;**

Listing : Implementierung einer Mail-Klasse

Wie in diesem Listing zu sehen ist wird ein zunächst User, Host, Passwort und ein Port benötigt. Dies sind die Parameter für den Mail-Server über den die E-Mail verschickt werden soll.

Bevor die Mail versendet werden kann muss jedoch eine Session aufgebaut werden. Dazu werden die Verbindungsdaten festgelegt und die Standard-Instanz der Klasse Session mit allen benötigten Daten aufgerufen:

@Override

public void createSession**()** **throws** NoSuchProviderException **{**

session **=** Session**.**getDefaultInstance**(**properties**,**

**new** javax**.**mail**.**Authenticator**()** **{**

protected PasswordAuthentication getPasswordAuthentication**()** **{**

**return** **new** PasswordAuthentication**(**user**,**pass**);**

**}**

**});**

**}**

Listing : Erstellen einer Session für den Mail-Versand

Um die Mail vorzubereiten wird zunächst ein Message Objekt erstellt, das die eigentliche Mail repräsentiert. Es benötigt Daten wie Emfpängeradresse, CC/BCC Feld, einen Betreff und einen Textkörper (-> body). Soll ein Anhang mitgesendet werden wird zudem ein Objekt für den Anhang benötigt. Dafür ist die Klasse MimeBodyPart.

// neues Mail-Objekt

message **=** **new** MimeMessage**(**session**);**

// Absenderadresse festlegen

message**.**setFrom**(new** InternetAddress**(**user**));**

// Empfängeradresse

message**.**setRecipients**(**Message**.**RecipientType**.**TO**,**InternetAddress**.**parse**(**email**));**

// Blindkopie

message**.**setRecipients**(**Message**.**RecipientType**.**BCC**,**InternetAddress**.**parse**(**BCC**));**

// Betreff

message**.**setSubject**(**subject**);**

// Mail-Text

message**.**setText**(**body**);**

Listing : Erstellen eines Mail-Objektes

Wird ein Anhang benötigt muss das Mail ein zwei Teile zerlegt werden. Dazu kann ein Objekt der Klasse MimeBodyPart erstellt und der Mail-Text und das Attachment darin gesetzt werden:

MimeBodyPart messagePart **=** **new** MimeBodyPart**();**

messagePart**.**setText**(**body**);**

MimeBodyPart attachmentPart **=** **new** MimeBodyPart**();**

FileDataSource fds **=** **new** FileDataSource**(**file**)** **{**

@Override

public String getContentType**()** **{**

**return** Mail**.**MIME\_PDF**;**

**}**

**};**

attachmentPart**.**setDataHandler**(new** DataHandler**(**fds**));**

attachmentPart**.**setFileName**(**fds**.**getName**());**

Multipart multipart **=** **new** MimeMultipart**();**

multipart**.**addBodyPart**(**messagePart**);**

multipart**.**addBodyPart**(**attachmentPart**);**

message**.**setContent**(**multipart**);**

Listing : Erstellen eines Mail-Objektes mit Attachment

Mit der Methode setContent() wird das Mail mit dem Anhang zum Mail-Objekt hinzugefügt und mit Transport.send() kann es daraufhin versendet werden.

Mit diesen wenigen Funktionen kann also eine E-Mail vorbereitet, ein Anhang hinzugefügt und dann versendet und die User Story US-06 somit erfüllt werden.

# 5. Design

Grundsätzlich wird das Ziel verfolgt, einen Report mit wenigen Klicks ausführen zu können. Die Daten müssen korrekt sein und das Look-And-Feel den internen Richtlinien entsprechen.

Unabhängig von der exakten Art und Weise wie ein Report ausgeführt wird gibt es einige Gemeinsamkeiten die für jedwede Variante gleich ist. Diese Gemeinsamkeiten sollen in diesem Kapitel beschrieben werden.

## 5.1 Benutzeroberfläche

Unabhängig von der Integration wird die Benutzeroberfläche im Einklang mit den internen Richtlinien gestaltet werden. Die Hauptseiten in MW haben jeweils einen ähnlichen Aufbau, der aus 4 Komponenten besteht:

* Navigation
* Header
* Suche
* Anzeige



Abb. : Aufbau Hauptseiten

Die neue Reporting-Lösung soll daher passend eingefügt werden.

### 5.1.1 Navigation

Damit ein Benutzer die neue Lösung benutzen kann muss er über die notwendige Rolle verfügen. Die Implementierung dieser Rollen wurde bereits ausserhalb dieser Arbeit vorgenommen. Wenn ein Benutzer die benötigte Rolle hat ist ein Bereich Reporting in der Navigationsleiste verfügbar:



Abb. : Mock-Up neue Navigationsleiste

### 5.1.2 Header und Suche

In der neuen Lösung soll der Benutzer nach einem Report suchen können. Dabei kann er folgende Suchparameter auswählen:

* Report-Kategorie (Report Type) als Auswahlbutton
* Freitext als Textfeld
* Kundespezifische und / oder Standard-Reports als Checkbox
* Upload-Datum als Datumfelder (von -> bis)

Im Bereich Report Kategorie sollen folgende Buttons verfügbar sein:

* Procurement (Einkauf)
* PMS (Planned Maintenance System)
* Inventory (Inventar)
* IDM (Installation Data Management -> Information und Einstellungen für ein Schiff)
* DMS (Document Management System -> Dokument wie z.B. Handbücher, Zertifikate, etc.)
* Various (Verschiedenes -> alles was keiner Kategorie zugeordnet werden kann).

Daraus ergibt sich folgende Mock-Up:



Abb. : Mock-Up neuer Header und Suche

### 5.1.3 Anzeige

In diesem Bereich werden alle Reports aufgelistet, die der Benutzer ausführen kann, das heisst seine kundenspezifischen sowie die Standard-Reports. Dabei sollen die Standard und die kundenspezifischen Bereich jeweils in einem eigenen Bereich angezeigt und die folgenden Informationen in den Übersichten dargestellt werden:

* Report Name
* Report Beschreibung
* Upload-Datum
* Kategorie
* Aktionen (Ausführen und Terminieren)

Daraus ergeben sich für die Anzeige folgende Mock-Ups:



Abb. : Mock-Up Anzeige „My Reports“



Abb. : Mock-Up Anzeige "Standard Reports"

Zudem benötigt der Benutzer eine Übersicht über seine terminierten Reports. In dieser Übersicht sollen die wichtigsten Informationen über den Status des Jobs, letzte Ausführung, und die Möglichkeit, die Details eines Jobs einzusehen:



Abb. : Mock-Up Jobs

### 5.1.4 Report ausführen

Da einige Reports über Parameter verfügen, die der Benutzer angeben muss, muss eine Möglichkeit geschaffen werden, diese einzugeben. Daraus ergibt sich folgendes Design:



Abb. : Eingabe Report Parameter

### 5.1.5 Job-Details

In der Detailansicht eines Jobs soll der Benutzer die wichtigsten Informationen über einen Job einsehen und editieren können. Für das Anlegen und Editieren eines Jobs soll das gleiche Interface verwendet werden. Neben den allgemeinen Informationen über den Job müssen allfällige Parameter die der Report benötigt übergeben werden können. Zudem stehen dem Benutzer hier zwei Optionen zur Verfügung: Einen Job einmal („Once“) oder mehrmals („Recurring“) zu einer bestimmten Zeit ausführen zu lassen. Zusätzlich muss der Benutzer eine E-Mail Adresse hinterlegen können an die der Report im gewünschten Format (Excel oder PDF) versendet wird. Aus diesen Anforderungen ergibt sich das folgende Mock-Up:



Abb. : Mock-Up Job Details

Wenn die Details eines existierenden Jobs aufgerufen werden sind die Felder mit den dazugehörigen Information entsprechend abgefüllt.

## 5.2 Benutzeroberfläche Administrator

### 5.2.1 Header, Navigation und Suche

Dieser Bereich der Benutzeroberfläche soll identisch mit der Oberfläche für den Benutzer. Die Rubrik „My Reports“ trifft auch für den Administrator gleichermassen zu, da die MESPAS AG auch über eigene Reports verfügt. Hier werden entsprechend diese Reports gelistet.

### 5.2.2 Jobs

Der Administrator muss nicht nur seine eigenen, sondern alle Jobs sehen können. Deshalb werden auf dem Display für die Jobs zusätzliche Felder angezeigt mit denen er nach bestimmten Kriterien filtern kann und zusätzlich auch der Firmenname des entsprechenden Jobs angezeigt wird.

Das Mock-Up für diesen Bereich sieht so aus:



Abb. : Mock-Up Jobs für Administratoren

## 5.3 Datenbank Reporting

Unabhängig von der Implementierung benötigt das Reporting eine Datenbank in der Information über Reports, Jobs, Status, etc. gespeichert sind. Das Schema wird ebenfalls für jede Implementierung verwendet werden können.

Folgende Tabellen werden für die neue Reporting-Lösung benötigt:

* **JOBS**: Enthält Informationen über Jobs, die ausgeführt werden sollen
* **SCHEDULE**: Enthält Informationen über Zeiten, zu denen ein Job ausgeführt werden soll.
* **REPORT**: Das Report Template, das von der Datenbank geladen werden soll
* **REPORT\_PARAMS**: Allfällige Parameter die für die Ausführung benötigt werden.
* **REPORT\_CATEGORY:** Wird für die Kategorisierung der Reports benötigt.
* **REPORT\_TYPE**: Definiert den Typ eines Reports (Modul-Zugehörigkeit)

Mit diesen Tabellen können die Anforderungen in den User Stories US-02, US-03, US-04, US-05 und US-08 erfüllt werden.

## 5.4 Scheduler

Die Recherche hat ergeben, dass die Verwendung des Spring Schedulers die beste Lösung ist, da das ganze Projekt Spring verwendet. Unabhängig von der Lösung muss dieser Scheduler verwendet werden, da ein Mechanismus benötigt wird, der regelmässig prüft, ob ein Job ansteht, der ausgeführt werden muss.

# 6 Konzept

In diesem Kapitel sollen drei Lösungsvarianten für das Kernproblem – die Aufbereitung der Daten – untersucht, und dann mittels einer Nutzwertanalyse eine Enscheidung für eine dieser Varianten getroffen werden.

## 6.1 Variante A: Multiple Data Sources in Report

Die Variante A sieht vor, dass in jedem Report Template die benötigten Datenbanken mittels separaten Datenquellen direkt angesteuert werden. Das heisst, dass die Daten direkt in den jeweiligen Report Templates definiert werden. Folgendes Schema soll geprüft werden:



Abb. : Übersicht Variante A

### 6.1.1 Ablauf Variante A

Wie einleitend beschrieben werden die Daten in dieser Variante direkt im Report Template definiert. Wird ein Report manuell oder vom Scheduler ausgeführt, wird der Reporting-Service aufgerufen. Dieser lädt das Report Template von der Datenbank und initialisiert die ReportingEngine (-> BIRT Klasse). Argumente zur Eingrenzung der Daten werden als Report-Parameter an den Reporting-Service übergeben damit die diese im Dataset berücksichtigt werden können. Sind die Daten vorbereitet erstellt die Reporting-Engine unter Berücksichtigung des gewünschten Formats (PDF/Excel) das Output-File und liefert diese entweder zurück an das UI oder bereitet den Mailer vor, damit eine E-Mail versendet werden kann.

In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Schritte genauer erläutert.

### 6.1.2 Daten für Variante A

BIRT erlaubt es, mehrere Datenquellen für einen Report zu definieren. Im Designer Tool können unter „Data Source „ verschiedene Quellen angegeben werden. Dabei müssen die Typen der Datenquelle nicht denselben Typ (SQL, Scripts, o.ä). aufweisen sondern es dürfen unterschiedliche solche verwendet werden.

Die Daten können dabei auf unterschiedliche Arten aufbereitet werden. Sollen die Daten mit SQL generiert werden, wird zunächst eine JDBC Data Source definiert. Dazu ist der entsprechende Treiber notwendig der als Bibliothek eingebunden wird. Alle notwendigen Parameter können direkt festgelegt werden[6]:



Abb. : SQL Datenquelle im BIRT Designer

Sobald die Datenquelle erstellt wurde wird das Dataset erstellt. In dieses Dataset wird die SQL Query die zur Aufbereitung der Daten dienen soll geschrieben:



Abb. : SQL Dataset

In einer SQL Query werden die Spaltendefinitionen (Spaltenname und –Typ) automatisch erkannt und gesetzt. Somit ist das Dataset fertig erstellt und kann für das Layout verwendet werden.

Sollen die Daten über ein Script bereitgestellt werden muss eine sogenannte „Scripted Data Source“ bereitgestellt werden. Diese Quelle dient lediglich als Platzhalter für ein Dataset, es beinhaltet keine Funktionen da die Verantwortlichgleich für die Daten nicht bei der Datenquelle liegt. Im Dataset müssen dann die Spalten und der jeweilige Datentyp angegeben werden. Das Dataset verfügt also nicht über eine Query die automatisch aufgerufen wird, sondern die Daten müssen über ein Script in das Dataset geladen werden.



Abb. : Ausschnitt aus einem Scripted Dataset

Wie erwähnt müssen die Daten in einem Script aufbereitet werden. BIRT bietet die Möglichkeit, Java Packages direkt in ein Script einzubinden, sodass auf Java Klassen zugegriffen werden. Mittels einer Scriptsprache (Rhino) die Java sehr ähnlich ist können die Daten programmatisch vorbereitet werden.



Abb. : Import von Java Packages in BIRT

Dabei erfolgt das Scripting einem von BIRT festgelegten Schema, da ein Script verschiedene Phasen durchläuft[7]:



Abb. : Phasen eines BIRT Scripts

#### 6.1.2.1 Initialisierung von Scripts

Zunächst wird ein Script initialisiert („*open“*) . Darin werden üblicherweise die benötigten Packages importiert. Zudem sollte hier festgelegt werden, um welche Daten es überhaupt geht. Soll der Report beispielsweise alle Benutzer einer Firma anzeigen soll diese Liste hier geladen werden. Über einen Parameter kann die ID der Firma übergeben und so im Script verwendet werden.

Werden mehrere Einträge erwartet muss hier ein Zähler initialisiert werden:



Abb. : Initialisieren eines Zählers

#### 6.1.2.2 Abfüllen der Daten

In der Phase „*fetch*“ geschieht die eigentlich Aufbereitung der Daten. Man muss sich das Script Fenster als eine Art offene, programmatische Methode vorstellen. Es muss also immer etwas zurückgegeben werden. Im Fall von fetch ist das *true* oder *false*. Das folgende Listing zeigt, wie eine solche Datenaufbereitung funktionieren könnte und syntaktisch korrekt ist:



Listing : Daten-Aufbereitung mittels Script in BIRT

In diesem Beispiel werden Benutzerdaten in das Dataset geladen. Sobald das Script durchgelaufen ist, stehen die Daten wie in einem SQL Dataset zur Verfügung und können im Layout entsprechend eingefügt werden.

### 6.1.3 Report Parameter

In der Variante A müssen Argumente für die Daten über Report Parameter mitgegeben werden. Das heisst, dass beim Aufrufen des Reporting-Service die benötigten Argumente mitgegeben werden. Die API von BIRT bietet entsprechende Schnittstellen an. Im Report Template müssen diese Parameter dann ebenfalls eingebunden werden. Im Tool von BIRT kann dies mit wenigen Klicks bewerkstelligt werden:



Abb. : Report-Parameter erstellen

Wenn die Box „Is Required“ aktiv ist wird von der BIRT API eine Exception geworfen wenn kein gültiger Wert für diesen Parameter an die Reporting-Engine übergeben wird.

## 6.2 Variante B: Dataset populated dynamically

In der Variante B werden die Daten nicht im Report Template definiert und geladen sondern direkt im Quellcode. Dazu wird ein Objekt an eine Queue übergeben, welches die benötigten Datenbank einzeln durchläuft und die Daten auf dem Weg lädt bis letztendlich sämtliche Daten in einem Objekt enthalten sind.



Abb. : Übersicht Variante B

### 6.2.1 Ablauf Variante B

Ein Request, der Informationen darüber enthält, welche Datenbanken und welche Daten davon benötigt werden wird an den Reporting-Service geschickt. Dieser erstellt ein Datenkollektorobject das in eine Queue gestellt wird. Diese Queue schickt das Objekt an die im Request enthaltenen Datenbank und bestückt das Objekt mit den Daten. Sobald alle Datenbanken abgearbeitet wurden wird ein „*Plain old Java Object*“ (POJO) Objekt in das Report Template gestellt. So können die Daten dann im Report verwendet werden.

### 6.2.2 Daten für Variante B

In dieser Variante wird im Report Template nur eine Data Source und ein Dataset benötigt, da die Daten, die benötigt werden, in einem DataCollectionObject (DCO) definiert werden. Das DCO wird in eine Queue gestellt, welche die benötigten Datenbanken ansteuert und anhand der Information die im DCO vorhanden sind, die Daten lädt und in den Resultatteil des DCO schreibt. Aus diesem DCO wird dann ein POJO generiert, das alle benötigten Daten im Report Template abbildet und dort verwendet werden können.

#### 6.2.2.1 DataCollectionObject

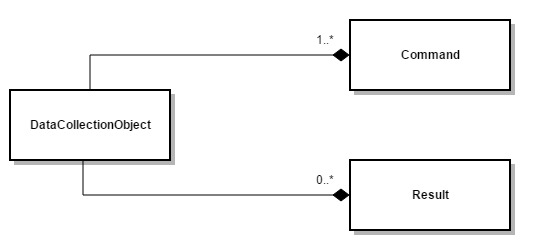


Abb. : DataCollectionObject

Das DataCollectionObject besteht aus zwei Hauptkomponenten: dem Befehl (command) und dem Resultat (result). Der Befehl ist eine Liste von (Unter-)Befehlen die abgearbeitet werden. Ein solcher Befehl benötigt folgende Informationen:

* service: der Microservice in dem die Information zu suchen ist
* key: die ID mit welche die Information gesucht werden kann
* resultString: hier wird das Resultat hineingeschrieben.

Das Resultat ist das fertige Objekt das als POJO im Report verfügbar sein wird. Jedes benötigte Datenobjekt wie z.B. User, Organisation oder Order, wird eingetragen. Innerhalb dieser Objekte werden die Werte hineingeschrieben. Wenn wir also mit command1 zum Beispiel einen Benutzer von der Datenbank laden möchten sieht der command1 wie folgt aus:



Listing : Beispiel-Befehl für das Laden eines Benutzernames

Der UserService hört die Queue ab (*„listening“*) und sieht so, dass er den Befehl getUserName mit der ID 12345 ausführen und das Resultat in den vorgesehen Bereich „user.userName“ schreiben muss. In einem nächsten Befehl kann dann der Wert in „user.userName“ als Suchparameter verwendet und wiederum in einen neuen Resultateschlüssel geschrieben werden.

### 6.2.3 Report-Parameter

In dieser Variante können keine Parameter im Report-Template verwendet werden, da die Daten nicht durch das Template, sondern direkt durch das DCO aufbereitet werden. Die Verantwortlichkeit für das korrekte Filtern der Daten obliegt hier dem Reporting-Service. Es ist also bei der Implementierung eines Reports darauf zu achten, dass die benötigten Einschränkungen korrekt mitgeliefert werden.

## 6.3 Variante C: Data Warehouse

Die Variante C ist eine Mischform der Varianten A und B. Die Datenbanken sollen nacheinander abgearbeitet werden. Die Daten werden jedoch nicht als Objekt in den Report geladen sondern in der Reporting Datenbank abgelegt und die Reports laden die Daten aus dieser Datenbank. Sie dient also als Data Warehouse für die Reports.

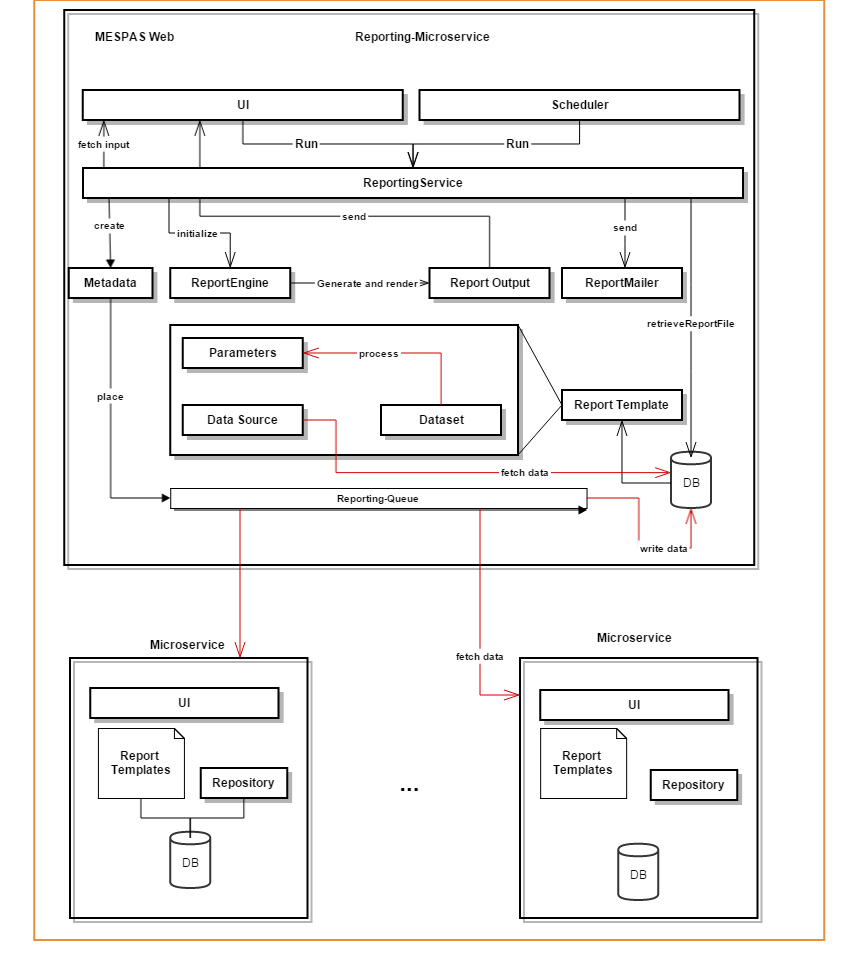


Abb. : Übersicht Variante C

### 6.3.1 Ablauf Variante C

Die Datendefinition für diese Variante erfolgt wie in der Variante A direkt im Report Template. Wenn der Report ausgeführt werden die Daten von der Reporting-Datenbank geladen und in das Dataset im Report Template geschrieben. Parameter können berücksichtig und im Report Template definiert werden.

Die Daten müssen in Echtzeit abgefragt werden können. Daher muss gewährleistet sein, dass die Daten in der Reporting-Datenbank immer auf dem neusten Stand sind. Zu diesem Zweck wird immer ein Update der Datenbank durchgeführt bevor die Daten gelesen werden. Parallel dazu läuft ein Server-Task im Hintergrund, der ebenso regelmässig die Daten aktualisiert (ca. 1x pro Tag).

### 6.3.2 Daten Variante C

Wie bereits erwähnt sind werden die Daten in dieser Variante aus einem zentralen Data Warehouse geladen. Der Reporting-Service schreibt bei jeder Ausführung die benötigten Daten in das Data-Warehouse um die Aktualität der Daten zu gewährleisten. Dabei gibt es Datensätze von denen bereits im Voraus bekannt ist, dass sich diese nur sehr selten ändern. Dies ist bei der Implementierung zu berücksichtigen.

Für jeden Report muss im Report Template eine SQL Datenquelle definiert werden. Auf deren Basis wird ein Dataset stellt in welche mittels einer SQL Query die Daten geschrieben werden.

### 6.3.3 Report Parameter Variante C

In dieser Lösung können Report Parameter direkt im Report Template verwendet werden (vgl. dazu Variante A). Da die Daten hier nur mit SQL und nicht programmatisch geladen werden müssen die Parameter allenfalls mittels eines Scripts angepasst werden, da optionale Parameter unterstützt werden können. BIRT stellt die dazu benötigten Funktionen bereits.

Beispiel: die Auswahl einer Installation ist optional. Somit muss die Query entsprechend gestaltet werden. Zunächst ist dabei zu prüfen, ob der Parameter einen Wert enthält:

**if(**params**[**"pVessel"**].**value**==null)** **{**

Listing : Überprüfung eines Report-Parameters

Der Name dieses Parameters ist „*pVessel*“ und wurde im Report Template festgelegt. Wenn kein für den Parameter angegeben wurde muss dies für die Query berücksichtigt werden:

**if(**params**[**"pVessel"**].**value**==null)** **{**

**this.**queryText **=** **this.**queryText **+** " ORDER BY ORDER\_DATE,INST\_NAME"**;**

**}** **else** **if(**params**[**"pVessel"**].**value**!=null)** **{**

**this.**queryText **=** **this.**queryText **+** " AND INSTALLATION.INSTALLATION\_ID =" **+** params**[**"pVessel"**].**value **+** " ORDER BY ORDER\_DATE,INST\_NAME"**;**

**}**

Listing : Dynamische Anpassung einer Query mittels Script

So können optionale Parameter benutzerfreundlich eingebaut werden.

## 6.4 Zusammenfassung

Es wurden drei Varianten entworfen:

Variante A bietet den klassischen Ansatz mit der die Datensätze im Report Template definiert werden und die Daten direkt auf den jeweiligen Datenbanken angesteuert werden. Die Variante B siehr vor, dass die Daten dynamisch geladen werden und im Report Template alle Daten direkt ein einem einzigen Dataset vorhanden sein werden. Dazu wird ein serialisiertes Objekt in eine Queue übergeben die die benötigten Datenbanken nacheinander besucht und die benötigten Daten in diesem Objekt speichert. Nachdem alle benötigten Daten geladen wurden werden diese in das Dataset geschrieben und können im Report direkt verwendet werden. Die Variante C ist eine Mischform der beiden ersten Lösungen. Die Daten werden vom Reporting-Service in ein Data-Warehouse geschrieben und sind so für die Report-Templates verfügbar um mittels SQL Query geladen zu werden. Um Echtzeit-Daten zu gewährleisten müssen die Daten jeweils bei der Ausführung in die Datenbank geschrieben werden.

Da diese drei Varianten nun erarbeitet wurden muss nun analysiert werden, welche Lösung implementiert werden soll. Dazu soll eine Nutzwertanalyse für die drei Möglichkeiten durchgeführt werden. Im nächsten Kapitel wird die NWA durchgeführt und so eine Entscheidung getroffen werden können.

## 6.5 Nutzwert-Analyse Varianten A, B und C

Wie in Kapitel für die Recherche muss nun auch hier eine Nutzwertanalyse durchgeführt werden, um eine Entscheidungsgrundlage darüber zu haben, welche Variante umgesetzt werden soll.

Dazu muss zunächst ermittelt werden, nach welchen Kriterien die Nutzwerteanalyse durchgeführt werden soll.

Das Nutzwert-Analyseverfahren ist das Gleiche wie in Kapitel 4 für die Recherche, allerdings mit anderen Bewertungskriterien.

### 6.5.1 Bewertungsschema

Das Projekt soll die im Kapitel 3 beschrieben Anforderungen erfüllen. Daher müssen diese bei der Analyse berücksichtigt werden. Dabei werden die Kriterien in folgende Unterkriterien eingeteilt:

* Abdeckung der Funktionalität
* Komplexität der Umsetzung
* Aufwand Implementierung einzelner Reports

Folgendes Punkteschema findet hier Anwendung:

* 0 Punkte: Anforderung kann unmöglich erfüllt werden / unbrauchbar
* 1 Punkt: Anforderung kann nur unter grösstem Aufwand erfüllt werden / schlecht
* 2 Punkte: Anforderung kann unter grossem Aufwand erfüllt werden / ungenügend
* 3 Punkte: Anforderung kann mit etwas Aufwand erfüllt werden / akzeptabel
* 4 Punkte: Anforderung kann unter kleineren Anpassungen erfüllt werden / gut
* 5 Punkte: Anforderung kann ohne grössere Probleme erfüllt werden / sehr gut

Nachfolgend erfolgt eine Evaluation von Kriterien die das Konzept zu erfüllen hat. Dabei sei zu beachten, dass diese Analyse sich auf das Kernproblem dieser Arbeit, also die Aufbereitung der Daten, bezieht. Dies sind die User Stories US-01, US-05, US-09, US-11 und US-12.

### 6.5.2 Datenkomplexität

Ein wichtiges Kriterium für die neue Lösung ist die Datenkomplexität. Ein Report muss in der Lage sein, Daten abzubilden. Daher ist es wichtig, dass die neue Lösung die Daten korrekt aufbereiten kann, ohne dass die Aufbereitung zu komplex wird.

In der Variante A liegt die Datenaufbereitung im Report selbst. Werden SQL Daten benötigt ist nur eine Query notwendig und falls Daten programmatisch aufbereitet werden müssen kann die mit einem Script bewerkstelligt werden. Diese Art der Aufbereitung ist einfach, erfordert allerdings mehr Aufwand bei der Implementierung der Reports: Bewertung: 4 Punkte.

In der Variante B müssen die Daten von den einzelnen Microservices bereitgestellt werden. Das DataCollectionObject arbeitet alle benötigten Datenbanken ab, um die Daten zu laden. Dieser Mechanismus erhöht die Komplexität im Vergleich zur direkten Datenaufbereitung. Bewertung: 3 Punkte.

In der Warehouse Variante C werden die einzelnen Daten von den Microservice bereitgestellt und in eine zentrale Reporting Datenbank geschrieben. Dadurch, dass einerseits sichergestellt werden muss, dass alle Datenbank besucht werden und das Schreiben in die Datenbank auch fehlerbehaftet sein kann ist gibt es hier Abzüge für die Komplexität. Bewertung: 4 Punkte.

### 6.5.3 Datensicherheit

In der User Story US-12 wird eine sogenannte Mandantentrennung verlangt. Das bedeutet, dass die Daten der einzelnen Kunden nicht für andere sichtbar sein dürfen. Die Aufbereitung der Daten muss daher so ausgelegt werden, dass Benutzer die Daten anderer Nutzer unter keinen Umständen sehen können.

In der Variante A muss die Mandantentrennung innerhalb der Queries gewährleistet werden. Daher muss bei der Implementierung der Reports stets darauf geachtet werden, dass die Variante eingehalten wird. Dies ist trivial erhöht jedoch die Fehleranfälligkeit. Bewertung: 3 Punkte.

In der Variante B erfolgt die Mandantentrennung direkt während der Datenaufbereitung. Im Reporting-Service wird ein entsprechender Mechanismus eingebaut, der verhindert, dass unautorisierte Daten geladen werden können. Dies ist etwas komplexer in der Umsetzung, verhindert jedoch, dass in jedem Report die entsprechende Implementierung vorgenommen werden muss. Bewertung: 4 Punkte.

Die Variante C lädt die Daten direkt aus dem Warehouse. Das heisst, dass die Mandantentrennung entweder beim Schreiben in die Datenbank oder während der Aufbereitung vorgenommen werden muss. Das erhöht die Komplexität, kann aber den Implementierungsaufwand für die Reports reduzieren. Bewertung: 4 Punkte.

### 6.5.4 Report Parameter

Report müssen Argumente entgegennehmen können, um die Daten einzuschränken. Report Templates haben die Möglichkeit Parameter als Platzhalter entgegen zu nehmen die zur Laufzeit entsprechend eingesetzt werden.

In der Variante A werden Parameter direkt im Report verwendet. In SQL Queries werden können diese ohne Scripts direkt verwendet werden. Werden Daten programmatisch aufbereitet können Parameter über ein Script genutzt werden. Diese Art der Report-Parameter sind einfach zu nutzen, haben aber im Vergleich zu anderen Report Parametern den Nachteil, dass Listen von Argumenten (z.B. eine Liste von Schiffen) nur über ein Script verwendet werden kann, was einen Report wieder ziemlich fehleranfällig macht. Bewertung: 3 Punkte.

In der Variante B werden die Parameter nicht im Report direkt verwendet. Parameter können dennoch vom Benutzer genutzt werden, jedoch erfolgt das Filtern der Daten direkt im entsprechenden Microservice. Dies erlaubt maximale Flexibilität erhöht aber den Komplexitätsgrad etwas. Bewertung: 4 Punkte.

In der Variante C kommen beide Formen vor. Damit die Daten entsprechend in die Datenbank geschrieben werde können müssen diese bereits wie in Variante B im Microservice gefiltert werden. Für den Report selbst können dann weitere Parameter direkt auf SQL Ebene wie in Variante A verwendet werden. Das erlaubt eine gewisse Flexibilität, macht das Ganze aber auch fehleranfällig. Zudem ist die Komplexität erhöht. Bewertung: 4 Punkte.

### 6.5.5 Spezielle Daten

Im Hinblick auf die Erweiterbarkeit muss die Lösung auch in der Lage sein, Spezielle Daten zu verarbeiten, zum Beispiel aus einer Textdatei oder Daten aus einem nicht-relationalen Microservice Da weitere Module in MESPAS Web geplant sind die ihre Daten teilweise nicht aus einer Datenbank beziehen muss die neue Lösung dafür ausgerüstet sein.

Die Variante A bietet keinerlei Möglichkeiten auf andere Datenquellen als die von BIRT angebotenen zuzugreifen. Daher müssten die Daten für jeden Report programmatisch erstellt werden, was diese Variante praktisch unbrauchbar macht. Bewertung: 0 Punkte.

Da die Daten in der Variante B dynamisch geladen werden ist eine spezielle Datenquellen ohne weiteres einsetzbar. Ein Service mit speziellen Daten muss dazu die Queue abhören und die Daten in das Dataset abfüllen. Diese Variante erlaubt maximale Flexibilität. Bewertung: 5 Punkte.

In der Warehouse Variante können die Daten programmatisch aufbereitet werden. Jedoch müssen diese in die Datenbank geschrieben werden, was die Komplexität stark erhöht. Bewertung: 3 Punkte.

### 6.5.6 Redundanz

Datenredundanz ist immer dann ein Thema, wenn Datenbanken zum Einsatz kommen. Auf der einen Seite soll das Risiko eines Datenverlustes minimiert, auf der Daten so wenige Daten wie möglich auf Vorrat gespeichert werden. Auch wenn nur Daten gelesen werden, ist es möglich, dass dennoch Daten produziert werden. In diesem Abschnitt werden die einzelnen Varianten auf die Datenredundanz, die sie verursachen, überprüft werden. Dabei ist zu beachten, dass in diesem Zusammenhang nur von der Ausführung der Reports die Rede ist und nicht von allfälliger Speicherung von Dokumenten.

In der Variante A werden nur Daten gelesen. Da Informationen über Parameter und Datenquellen statisch festgelegt sind, werden keine weiteren Daten produziert. Daher verursacht diese Variante keine Redundanz. Bewertung: 5 Punkte.

In der Variante B werden Daten flüchtig produziert. Das bedeutet, dass gewisse Informationen in das DataCollectionObject geschrieben werden müssen, diese jedoch nicht auf den Massenspeicher geschrieben werden. Daher verursacht auch diese Variante keine Redundanzen. Bewertung: 4 Punkte.

Die Variante C liest und schreibt ständig Daten. Da ständig Daten in die Reporting-Datenbank geschrieben werden sind diese mehrfach vorhanden. Daher ist die Redundanz hier hoch. Bewertung: 2 Punkte.

### 6.5.7 Performance

In diesem Abschnitt soll die Performance der einzelnen Varianten bewertet werden, da es wichtig ist, dass die Daten rasch und zuverlässig aufbereitet werden können.

Die beiden ersten Varianten laden die Daten jeweils direkt aus der Datenbank. In Variante kann dies direkt mit SQL geschehen, während in der Variante die Daten über den Microservice geladen werden. Jedoch ist auch in dieser Variante SQL im Hintergrund im Einsatz. Unter dem Strich verhalten sich beide Varianten ähnlich was die Performance angeht. Bewertung: je 4 Punkte.

In der Variante werden bekanntlich auch Daten in die Datenbank geschrieben. Das heisst, dass die Daten immer zuerst geladen, dann geschrieben und dann von aus der zentralen Datenbank geladen werden. Dies kann je nach Komplexität der benötigten Informationen eine längere Zeit in Anspruch nehmen. Bewertung: 3 Punkte.

### 6.5.8 Bestehendes System

Die neue Reporting-Lösung ist innerhalb eines bestehenden Systems zu implementieren. Daher muss die Lösung damit kompatibel sein. Zudem ist der Aufwand für die Realisierung ein Faktor, den es zu berücksichtigen gilt.

Für die Variante A ist bereits alles, was benötigt wird, vorhanden. Allerdings erlaubt BIRT nur eine Dataset pro Tabelle, was es schwierig macht, Daten aus verschiedenen Tabelle mit vernünftigem Aufwand darzustellen. Daher wird bei den meisten Reports auf Scripts zurückgegriffen werden müssen. Bewertung: 3 Punkte.

Variante B ist etwas komplexer in der Umsetzung bietet aber absolute Flexibilität. Alles, was benötit wird, ist vorhanden. Im System ist bereits eine Queue vorhanden (-> RabbitMQ), die auch für diese Variante verwendet werden kann. Der Aufwand für die Implementierung von Reports ist etwas grösser als in Variante A. Bewertung: 4 Punkte.

Variante C erfordert den grössten Aufwand. Zusätzlich zur Queue muss auch ein Data-Warehouse gebaut und entsprechend Queries entwickelt werden. Jedoch erlaubt auch diese Lösung eine grosse Flexibilität und Reports sind einfach zu implementieren, da auf die Daten des Warehouse zugegriffen werden kann. Bewertung: 3 Punkte.

### 6.5.8 Entscheidungstabelle

Die vergebenen Punkte für die Kriterien ergeben folgende Matrix:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kriterium** | **Gewicht** | **Bewertung A**  **(Multiple Dataset)** | **Bewertung B**  **(Dynamic)** | **Bewertung C (Warehouse)** | **Gewichteter Teilnutzen A** | **Gewichteter Teilnutzen B** | **Gewichteter Teilnutzen C** |
| Daten-komplexität | 40% | 4 | 3 | 4 | 1.6 | 1.2 | 1.6 |
| Datensicherheit | 15% | 3 | 4 | 4 | 0.45 | 0.6 | 0.6 |
| Report-Parameter | 5% | 3 | 4 | 4 | 0.15 | 0.2 | 0.2 |
| Spezielle Daten | 10% | 0 | 5 | 3 | 0 | 0.5 | 0.3 |
| Redundanz | 5% | 5 | 4 | 2 | 0.25 | 0.2 | 0.1 |
| Performance | 10% | 4 | 4 | 3 | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| Bestehendes System | 15% | 3 | 4 | 3 | 0.45 | 0.6 | 0.45 |
|  | 100% |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Nutzwert A | Nutzwert B | Nutzwert C |
|  |  |  |  |  | **3.3** | **3.7** | **3.55** |

Tabelle : Nutzwert-Tabelle Lösungsvarianten

Aus dieser Matrix ist abzulesen, dass die Variante A deutlich ausscheidet. Enger ist es zwischen den Varianten B und C. C ist in der Praxis öfter anzutreffen, weil die Daten zentral aufbereitet werden können. Allerdings führen die Redundanz und betriebliche Einschränkungen dazu, dass auch diese Variante ausscheidet. Somit bleibt nach der Analyse und Berücksichtigung der betrieblichen Faktoren nur noch die Variante B, die auch die höchste Punktzahl erreicht hat.

## 6.6 Weitere Analyse Variante B

Auf Basis der Nutzwertanalyse fiel die Entscheidung auf Variante B: „*Populate Dataset dynamically*“ da diese bezüglich Aufwand, Redundanz, Flexibilität und Kosten am besten in die bestehende Lösung passt.

In diesem Kapitel wird das endgültige Design nun anhand eines Klassen- und eines Sequenzdiagramms festgelegt.

### 6.6.1 Queue

Als Queue wird in MESPAS Web RabbitMQ verwendet. RabbitMQ erlaubt das Versenden und Lesen von Nachrichten innerhalb von Applikationen und unterstützt viele Plattformen[8]. Die Implementierung in Java ist relativ einfach zu bewerkstelligen. Das Konzept für die neue Lösung sieht eine Queue für das Publizieren von Objekten vor, die Daten sammeln sollen. Da jeder Microservice potenziell für einen Befehl zuständig ist müssen alle Services sämtliche Nachrichten erhalten.

RabbitMQ stellt für diesen Zweck einen sogenannten Exchange bereit[9]. Ein Exchange empfängt eine Nachricht und leitet diese an sämtliche Queue, die sich beim Exchange registriert haben weiter (publish) und so kann jeder Befehl vom jeder Queue konsumiert (consume) und weiter verarbeitet werden. Daher ist dieses Prinzip bei der Implementierung der Queue zu verwenden.

### 6.6.2 Datenaufbereitung

Der Kern der Lösung ist die Datenaufbereitung. Es muss möglich sein, Daten aus verschiedenen Datenbanken zu laden und weiterzuverarbeiten. Das Konzept der Variante B basiert auf der Idee, dass die Datenbank einzeln „besucht“ werden können. Nachfolgend ist der Weg, den ein solches DataCollectionObject nehmen soll, schematisch beschrieben:

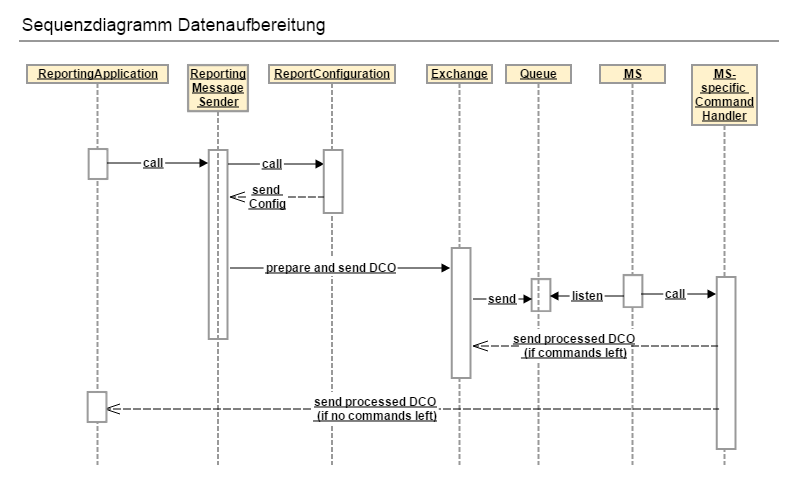


Abb. : Ablauf Datenaufbereitung

Wie auf Abb. 39 zu sehen ist startet der Reporting-Microservice die Datenaufbereitung. Wird ein Report ausgeführt, so wird ein report-spezifischer MessageSender aufgerufen. Das bedeutet, dass für jeden Report eine eigene solche Klasse erstellt werden muss. Diese Klasse erstellt zunächst das DataCollectionObject (DCO). Danach wird die Klasse „*ReportConfiguration*“ aufgerufen. Dabei handelt es sich um eine Utility-Klasse in der die Konfiguration für sämtliche Reports vorhanden ist. Die Konfiguration liefert die benötigten Befehle zurück die als eine verkettete Liste (LinkedList) von Command Objekten zum DataCollectionObject hinzugefügt wird. Dies muss eine verkettete Liste sein, dass die einzelnen Befehle sequenziell gemäss der Konfiguration aufgerufen werden müssen. Nun muss das DCO auf die Reise geschickt werden. Der MessageSender sendet das DCO an den bereitgestellt werden Exchange welcher das DCO an sämtliche Microservice schickt, die eine Queue an den Exchange gehängt haben. Erhält ein solcher Microservice die Nachricht, überprüft dieser, ob sie für ihn ist. Ist dies nicht der Fall ignoriert er die Meldung. Ist die Nachricht für ihn bestimmt, so nimmt er den ersten Befehl entgegen und leitet ihn an einen microservice-spezifischen CommandHandler, der den Befehl verarbeitet und das Resultat in das DCO schreibt. Danach wird der Befehl aus der verketteten Liste gelöscht. Sind weitere Befehle vorhanden, sendet der Handler das DCO wieder an den Exchange, damit derselbe oder andere Microservices die weiteren Befehle verarbeiten können. Ist der ganze Zyklus abgeschlossen wird das DCO an den ReportingMessageSender geschickt, der ein PJO erstellt, das im Report verwendet werden kann.

### 6.6.3 Sequenzdiagramm

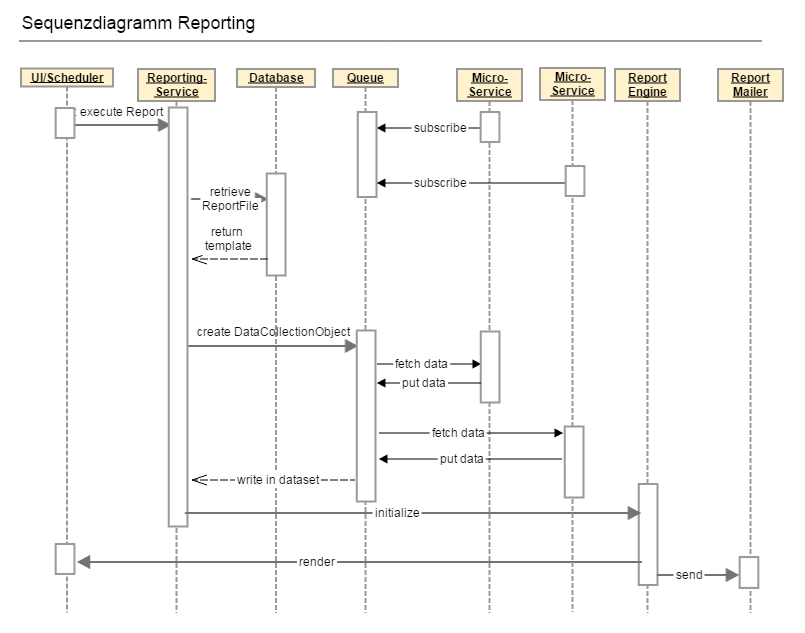
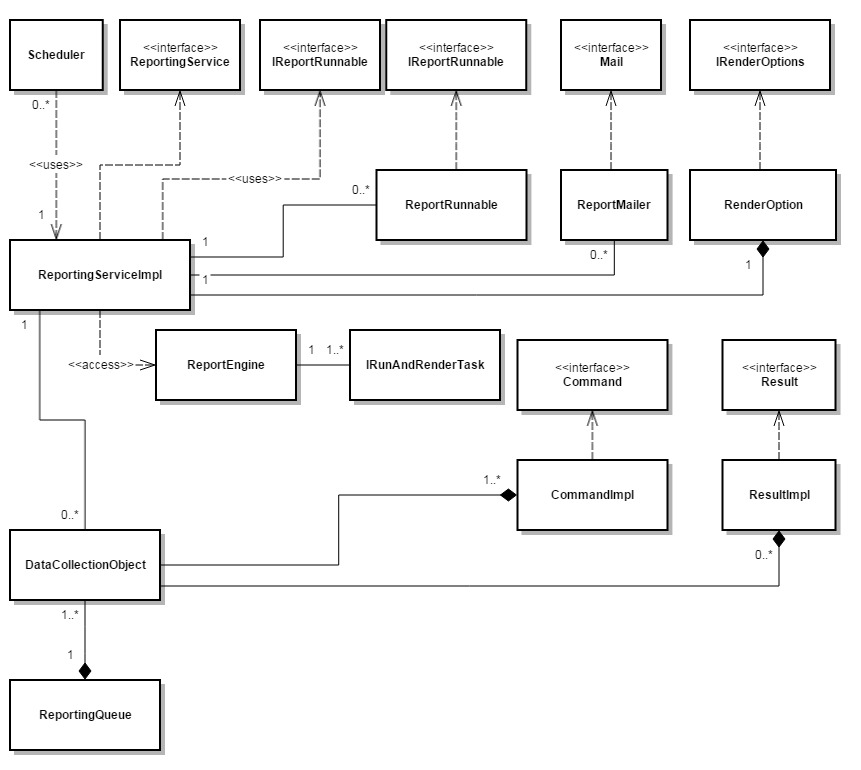


Abb. : Sequenzdiagramm Variante B

### 6.6.4 Klassendiagramm

Abb. : Klassendiagramm Variante B

# 7 Proof of Concept

## 7.1 Bau eines Prototypen

### 7.1.1 Einleitung

Da eine Entscheidung für ein Konzept getroffen und dieses etwas vertieft wurde muss ein Prototyp geschrieben werden. Ziel des Prototypen ist es, das die Funktionsfähigkeit des Konzeptes zu untersuchen, und idealerweise zu beweisen (-> Proof of Concept). In diesem Kapitel soll nun der Bau dieses Prototypen schrittweise beschrieben werden.

### 7.1.2 Bereitstellen der Umgebung

Da die neue Reporting-Lösung in eine bestehende eingebaut werden soll, muss keine ganze neue Umgebung erstellt werden. Dennoch gibt es einige Einstellungen vorzunehmen und es muss ein neues Unter-Projekt angelegt werden.

#### 7.1.2.1 Git Repository

Sämtliche Projekte im Unternehmen des Auftraggebers werden auf einem Git-Server gehostet. Die Verwaltung dieser Repositories erfolgt über gitolite, das wiederum ein git Repository. Daher muss zunächst giotlite ausgecheckt werden:

Listing : Auschecken von gitolite

Danach muss in der Konfiguration von gitolite ein neuer Eintrag für das neue Repository eingetragen werden.

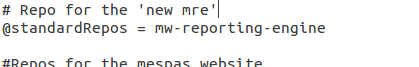
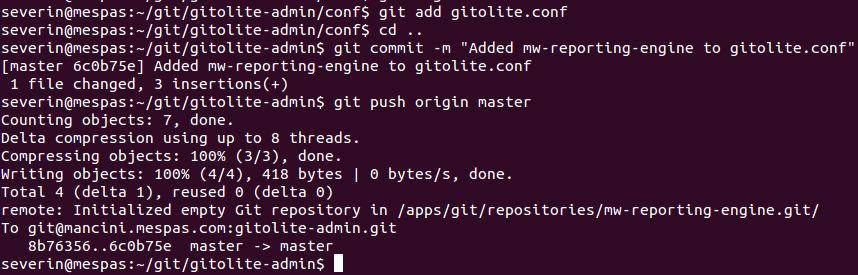


Abb. : Neuer Eintrag in Gitolite-Config

Sobald dieser Eintrag erstellt wurde können die Änderungen gepusht werden.

Listing : Änderungen gitolite-Config pushen

Nun kann das Git Repository mit „git clone“ gecloned werden.

#### 7.1.2.2 Benötigte MESPAS-Web Projekte

Damit die neue Reporting-Engine in der MESPAS-Web Umgebung funktionieren kann, werden einige Unterprojekte benötigt. Diese sind:

* mw-base: Basis-Projekt
* mw-common-domain: Projekt für Resourcen die MS-übergreifend benötigt werden.
* mw-microservice-parent: Hält die Hauptklasse für die Microservices
* mw-gateway: Service um Requests zwischen den einzelnen Komponenten von MESPAS Web weiterzuleiten

Diese Unterprojekte müssen mit git clone ausgecheckt werden. Später werden weitere Microservices benötigt, da in diesen die Datenbanken für die in den Reports benötigten Daten gespeichert sind.

#### 7.1.2.3 Eclipse

Das Projekt wird in Java umgesetzt und Eclipse als Integrierte Entwicklungsumgebung (Integrated Development Environment, IDE) verwendet. Alle MESPAS Web Unterprojekte sind mit **maven** zu erstellen. Daher muss ein neues Maven Projekt angelegt werden. Dafür wird zunächst eine neue Konfigurationsdatei (pom.xml) erstellt. Dazu kann eine bereits existierende Datei verwendet werden, da alle Dateien dieselbe Struktur aufweisen. Diese Struktur sieht (schematisch) wie folgt aus:

<project xmlns=**"http://maven.apache.org/POM/4.0.0"** xmlns:xsi=**"http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"**

xsi:schemaLocation=**"http://maven.apache.org/POM/4.0.0 http://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd"**>

<modelVersion>**4.0.0**</modelVersion>

<parent>

<groupId>**com.mespas.web**</groupId>

<artifactId>**mw-base**</artifactId>

<version>**0.0.1-SNAPSHOT**</version>

</parent>

<artifactId>**mw-reporting-engine**</artifactId>

<version>**0.0.1-SNAPSHOT**</version>

<name>**Mespas Reporting Engine**</name>

<description>**Component for running and scheduling reports**</description>

<dependencies>

<!—- wird gleich näher erläutert -->

</dependencies>

</project>

## 6.2 Definition Beispiel-Reports

## 6.3 Datenaufbereitung für Beispiel-Reports

## 6.4 Ergebnisse der Beispiele

Listing : XML Struktur für Maven-Projekt

Im Element **parent** wird das Hauptprojekt festgelegt, in diesem Fall mw-base, das die Basis für das gesamte MESPAS Web Projekt bildet. Das Element **artefactId** bestimmt des Namen des Artefaktes, das während des Build-Prozesses erstellt wird. Mit **version**, **name** und **description** werden Basis-Informationen über das Projekt festgelegt.

Im Element **dependencies** können Verweise auf andere Projekte oder Bibliotheken eingefügt werden. Dies wird im Verlaufe der Entwicklung des Projektes notwendig werden.

Sobald das pom.xml erstellt wurde, kann das Projekt in Eclipse importiert werden:

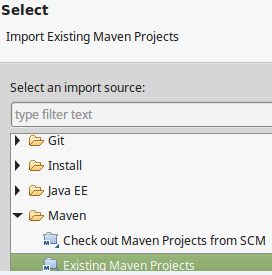


Abb. : Projekt in Maven importieren

#### 7.1.2.4 Test-Datenbank

Für jeden Microservice muss eine Testdatenbank eingerichtet werden. Vom Hauptprojekt wird dafür ein Script bereitgestellt, das automatisch ausgeführt wird. Folgende SQL-Query muss in diesem Script eingetragen werden:

**CREATE** DATABASE

**IF** **NOT** **EXISTS** mw\_reporting\_engine **CHARACTER** **SET** utf8 **COLLATE** utf8\_general\_ci**;**

Listing : SQL-Query zur Erstellung der Reporting-Datenbank

#### 7.1.2.5 Infrastruktur

Um MESPAS WEB auf einer lokalen Maschine laufen zu lassen wird Docker benötigt. Eine komplett lauffähige Umgebung steht bereits bereit und kann mittels einem Script gestartet werden. Daher wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen.

#### 7.1.2.6 Dependency Injection

Einer der Vorteile am Arbeiten mit Spring ist die Fähigkeit, benötigte Variablen automatisch zu initialisieren und zuzuweisen. In einer Konfigurationsdatei (application.yml) können benötigte Werte eingestellt werden, die dann mittels einer Java-Annotation verwendet werden können.

### 7.1.3 Bereitstellen des Reporting-Microservice

Für die Reporting-Engine muss ein neuer Microservice erstellt werden. Dieser wird verantwortlich für das Scheduling und die Verwaltung der Reports sein. Für den Prototypen ist dieser jedoch nur von untergeordneter Bedeutung. In der Microservice Architektur stellt jeder Service eine eigene Applikation, die gestartet werden muss. Jeder Microservice erbt von der Klasse *MicroServiceApplication*, die im Unterprojekt „mw-microservice-parent“ definiert ist.

Um also den Microservice für die neue Reporting-Engine zu erstellen muss eine Main-Klasse erstellt werden, die von *MicroServiceApplication* erbt. Mit der Methode *setupAndRun* wird der Microservice mittels dem Spring-Framework hochgefahren und gestartet.

public class ReportingEngineApplication **extends** MicroserviceApplication **{**

private static final Logger LOG **=** LoggerFactoy**.**getLogger**(**ReportingEngineApplication**.**class**);**

public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

setupAndRun**(**ReportingEngineApplication**.**class**,** args**,** "mw-reporting-engine"**);**

**}**

@Override

protected Logger getLog**()** **{**

**return** LOG**;**

**}**

**}**

Listing : Starten des Reporting-Microservice

Zunächst müssen der Docker Container und die MicroService mw-common-ui und mw-gateway gestartet werden. Danach werden weitere Microservice nach Bedarf gestartet, darunter auch der Reporting-Microservice:



Abb. : Gestarteter Reporting-Microservices

Grundsätzlich müssen alle Microservices, aus denen benötigt werden, gestartet werden, da diese die Befehle für das Laden der Daten liefern.

### 7.1.4 Vorbereitung DataCollectionObject

Reports sind nutzlos ohne Daten. Daher müssen diese nun aufbereitet werden, um sie in den Reports verwenden zu können. Daher folgt nun die Implementierung des DataCollectionObjects. Wie im Konzept beschrieben besteht das DataCollectionObject aus mehreren Komponenten. Benötigt werden grundsätzlich Befehle und ein Objekt um die Ergebnisse zu speichern, die dann an den Report als POJO übergeben werden.

#### 7.1.4.1 Command

Das DataCollectionObject muss eine Reihe von Befehlen aufnehmen können, die dann von den betroffenen Microservices ausgeführt werden sollen. Daher sollte die Implementierung als Liste erfolgen, die sequenziell abgearbeitet wird. Ein Befehl benötigt folgende Informationen:

* Der Name der Methode die ausgeführt werden soll
* Der Identifier mit dem der Datensatz identifiziert wird (z.B. eine ID)
* Der betroffene Microservice

# 8 Testing

## 8.1 Testkonzept

Wie jedes Software-Projekt muss auch der Prototyp der Reporting-Lösung getestet werden. Dazu soll ein entsprechendes Testkonzept erarbeitet werden welches die wichtigsten Testarten behandeln soll.

## 8.2 Unit Tests

## 8.3 Integrationstest

## 8.4 Regression Test

## 8.5 Acceptance Test

# 9 Fazit und Erkenntnisse

## 9.1 Zusammenfassung

## 9.2 Fazit

## 9.3 Ausblick

# 10 Anhang

## 10.1 Anhang A: Bilderverzeichnis

[Abb. 1: Bestehende Lösung – Übersicht 9](#_Toc430630536)

[Abb. 2: Reports in MESPAS Web (vereinfacht) 9](#_Toc430630537)

[Abb. 3: Generierung von Reports 10](#_Toc430630538)

[Abb. 4: Task Liste in r5 10](#_Toc430630539)

[Abb. 5: Beispiel Report Task Liste 10](#_Toc430630540)

[Abb. 6: Report-Button 11](#_Toc430630541)

[Abb. 7: Ausgabeformat 11](#_Toc430630542)

[Abb. 8: Dokumentenstruktur in der MRE 11](#_Toc430630543)

[Abb. 9: Auswahl Beispiel-Report: Übersicht über die Wartungen der Motoren eines Schiffes 11](#_Toc430630544)

[Abb. 10: Auswahl eines erforderlichen Parameters für einen MRE Report 12](#_Toc430630545)

[Abb. 11: Resultat Beispiel-Report: Übersicht über die Wartungen der Motoren eines Schiffes 12](#_Toc430630546)

[Abb. 12: Symbol zur Terminierung von MRE Reports 12](#_Toc430630547)

[Abb. 13: Terminierung von Reports (Einstellungen) 12](#_Toc430630548)

[Abb. 14: Terminierung von Reports - Optionen für den Output 13](#_Toc430630549)

[Abb. 15: Übersicht der Offerten 13](#_Toc430630550)

[Abb. 16: Beispiel-Report Web-Plattform: Übersicht Offerten 14](#_Toc430630551)

[Abb. 17: Übersicht User Stories 15](#_Toc430630552)

[Abb. 18: Import der BIRT Packages 30](#_Toc430630553)

[Abb. 19: Aufbau Hauptseiten 33](#_Toc430630554)

[Abb. 20: Mock-Up neue Navigationsleiste 34](#_Toc430630555)

[Abb. 21: Mock-Up neuer Header und Suche 34](#_Toc430630556)

[Abb. 22: Mock-Up Anzeige „My Reports“ 35](#_Toc430630557)

[Abb. 23: Mock-Up Anzeige "Standard Reports" 35](#_Toc430630558)

[Abb. 24: Mock-Up Jobs 35](#_Toc430630559)

[Abb. 25: Eingabe Report Parameter 35](#_Toc430630560)

[Abb. 26: Mock-Up Job Details 36](#_Toc430630561)

[Abb. 27: Mock-Up Jobs für Administratoren 37](#_Toc430630562)

[Abb. 28: Übersicht Variante A 38](#_Toc430630563)

[Abb. 29: SQL Datenquelle im BIRT Designer 39](#_Toc430630564)

[Abb. 30: SQL Dataset 39](#_Toc430630565)

[Abb. 31: Ausschnitt aus einem Scripted Dataset 40](#_Toc430630566)

[Abb. 32: Import von Java Packages in BIRT 40](#_Toc430630567)

[Abb. 33: Phasen eines BIRT Scripts 40](#_Toc430630568)

[Abb. 34: Initialisieren eines Zählers 40](#_Toc430630569)

[Abb. 35: Report-Parameter erstellen 41](#_Toc430630570)

[Abb. 36: Übersicht Variante B 42](#_Toc430630571)

[Abb. 37: DataCollectionObject 43](#_Toc430630572)

[Abb. 38: Übersicht Variante C 45](#_Toc430630573)

[Abb. 39: Sequenzdiagramm Variante B 51](#_Toc430630574)

[Abb. 40: Klassendiagramm Variante B 52](#_Toc430630575)

[Abb. 41: Neuer Eintrag in Gitolite-Config 53](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630576)

[Abb. 42: Projekt in Maven importieren 55](#_Toc430630577)

[Abb. 43: Gestarteter Reporting-Microservices 56](#_Toc430630578)

## 10.2 Anhang B: Listings

[Listing 1: Instanzieren eines IReportRunnableObjektes 30](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630579)

[Listing 2: Erstellen eines BIRT Tasks 30](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630580)

[Listing 3: Übergabe von Parametern an einen Report 30](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630581)

[Listing 4: Output-Format eines Reports festlegen 31](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630582)

[Listing 5: Implementierung einer Mail-Klasse 31](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630583)

[Listing 6: Erstellen einer Session für den Mail-Versand 32](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630584)

[Listing 7: Erstellen eines Mail-Objektes 32](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630585)

[Listing 8: Erstellen eines Mail-Objektes mit Attachment 32](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630586)

[Listing 9: Daten-Aufbereitung mittels Script in BIRT 41](#_Toc430630587)

[Listing 10: Beispiel-Befehl für das Laden eines Benutzernames 43](#_Toc430630588)

[Listing 11: Überprüfung eines Report-Parameters 46](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630589)

[Listing 12: Dynamische Anpassung einer Query mittels Script 46](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630590)

[Listing 13: Auschecken von gitolite 53](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630591)

[Listing 14: Änderungen gitolite-Config pushen 53](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630592)

[Listing 15: XML Struktur für Maven-Projekt 54](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630593)

[Listing 16: SQL-Query zur Erstellung der Reporting-Datenbank 55](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630594)

[Listing 17: Starten des Reporting-Microservice 55](file:///C:\Users\Severin\git\reporting\Reporting%20in%20a%20Microservice%20Architecture.docx#_Toc430630595)

## 10.3 Anhang C: Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1: Verwendete BIRT Version 13](#_Toc427849845)

[Tabelle 2: Nutzwert-Analyse Scheduler 28](#_Toc427849846)

## 10.4 Anhang D: Abkürzungsverzeichnis

|  |  |
| --- | --- |
| BIRT | Business Intelligence Reporting Tools. Tool von für die Erstellung von Reports |
| DCO | DataCollectionObject |
| DMS | Document Management System |
| DIE | Integrated Development Environment |
| IDM | Installation Data Management. |
| KSR | Kundenspezifischer Report |
| MRE | MESPAS Reporting Engine |
| MW | MESPAS Web (Webplattform der MESPAS AG) |
| MS | Microservice |
| NWA | Nutzwertanalyse |
| PMS | Planned Maintenance System (System für geplante Wartungen) |
| POJO | Plain old Java Object |

## 10.5 Anhang E: Quellen- und Literaturverzeichnis

[1]: <http://quartz-scheduler.org/documentation/quartz-2.1.x/migration-guide>, abgerufen am 05.08.2015

[2]: <https://de.wikipedia.org/wiki/Nutzwertanalyse>, abgerufen am 05.08.2015

[3]: <https://de.wikipedia.org/wiki/Quartz_(Framework)>, abgerufen am 05.08.2015

[4]: <https://de.wikipedia.org/wiki/BIRT>, abgerufen am 05.08.2015

[5]: <http://www.tutorialspoint.com/javamail_api/index.htm>, abgerufen am 06.08.2015

[6]: <http://help.eclipse.org/juno/index.jsp?topic=%2Forg.eclipse.birt.doc%2Fbirt%2Fcon-HowToAddAJDBCDriver.html>, abgerufen am 11.08.2015

[7]: <https://eclipse.org/birt/documentation/integrating/scripting.php>, abgerufen am 11.08.2015

[8]: <https://www.rabbitmq.com/>, abgerufen am 04.09.2015

[9]: <https://www.rabbitmq.com/tutorials/tutorial-three-java.html>, abgerufen am 04.09.2015