



# **Hochschule Darmstadt**

## **- Fachbereich Informatik -**

**Untersuchung der Offenen Schnittstellen des Ur5 Roboters anhand  
eines Anwendungsbeispiels**

**Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science  
(B.Sc.)**

**vorgelegt von**

**Andreas Collmann**

**Referent: Prof. Dr. Horsch**  
**Korreferent: Prof. Dr. Akelbein**

---

## **Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen benutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder noch nicht veröffentlichten Quellen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Zeichnungen oder Abbildungen in dieser Arbeit sind von mir selbst erstellt worden oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen.

Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfungsbehörde eingereicht worden.

Darmstadt, den 28.03.2014

---

## **Abstract**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>10</b>
1.1. Fachliche Umgebung . . . . .	10
1.2. Motivation und Ziel des Projektes . . . . .	10
1.3. Aufgabenstellung . . . . .	11
1.4. Einordnung in die Themenfelder der Informatik . . . . .	11
<b>2. Grundlagen</b>	<b>12</b>
2.1. Roboter-Mensch-Kollaboration . . . . .	12
2.1.1. Richtlinien . . . . .	12
2.2. Ur5 Roboter . . . . .	13
2.2.1. Eigenschaften . . . . .	13
2.2.2. System Aktualisieren . . . . .	13
2.2.3. Datensicherung . . . . .	14
2.3. Übersicht der Programmierschnittstellen . . . . .	14
2.4. Kriterien für die Bewertung der Schnittstellen . . . . .	14
2.5. URControl . . . . .	15
2.5.1. Konfiguration des URControllers . . . . .	15
2.5.2. Echtzeit Schnittstelle . . . . .	15
2.5.3. Secondary und Primary Schnittstelle . . . . .	15
2.5.4. Polyscope . . . . .	16
2.6. C-API . . . . .	16
2.6.1. Beschreibung . . . . .	16
2.6.2. Kontrollstruktur . . . . .	16
2.6.3. PTP Verfahren . . . . .	17
2.6.4. Linear Verfahren . . . . .	17

<b>3. Konzept</b>	<b>18</b>
3.1. Anwendungsbeispiel . . . . .	18
3.2. Speichern der Anwendungsdaten . . . . .	19
3.2.1. Speichern über Polyscope und URScript . . . . .	19
3.2.2. Speichern über Eigene API . . . . .	19
<b>4. Realisierung</b>	<b>20</b>
4.1. TCP Server mit Datenbank zum dauerhaften speichern der Daten . .	20
4.2. C-API . . . . .	20
4.2.1. gelöste Aufgabe . . . . .	20
4.2.2. Aufgetretene Probleme . . . . .	21
4.3. Polyscope . . . . .	21
4.3.1. Programmierung . . . . .	21
4.3.2. Benutzer Interaktion . . . . .	21
4.3.3. Test und Fehlersuche im Programm . . . . .	22
4.3.4. Aufwand der Programmierung . . . . .	22
4.4. URScript . . . . .	22
4.4.1. Laden des Scripts auf den Controller . . . . .	23
4.4.2. Programmierung . . . . .	23
4.4.3. Test und Fehlersuche im Programm . . . . .	23
4.4.4. Benutzer Interaktion . . . . .	24
4.4.5. Aufwand der Programmierung . . . . .	24
4.5. Anwendung mit Eigener API . . . . .	24
4.5.1. Adapter zur Secondary Schnittstelle . . . . .	24
4.5.2. Programmierung mit Adapter . . . . .	25
4.5.3. Benutzer Interaktion . . . . .	25
4.5.4. Test und Fehlersuche im Programm . . . . .	25
4.5.5. Aufwand der Programmierung . . . . .	25
<b>5. Ergebnis</b>	<b>26</b>
5.1. Vergleich der Schnittstellen . . . . .	26
5.2. Nicht erreichte Ziele . . . . .	26
5.2.1. C-API . . . . .	27

<b>6. Fazit</b>	<b>28</b>
6.1. Ausblick . . . . .	28
6.2. Zusammenfassung . . . . .	28
6.2.1. C-API . . . . .	28
6.2.2. UR-Script . . . . .	29
6.2.3. Polyscope . . . . .	29
6.2.4. Eigene API . . . . .	29
6.2.5. Grobe Empfehlung, welche Schnittstelle, bei welchem An- wendungsfall verwendet werden soll . . . . .	30
<b>A. Literaturverzeichnis</b>	<b>31</b>
<b>B. Glossar</b>	<b>32</b>
<b>C. Quellcode</b>	<b>33</b>
C.1. Speichern der daten über TCP in der Datenbank . . . . .	33

# **Abbildungsverzeichnis**

# Tabellenverzeichnis



# Listings

# 1. Einleitung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## 1.1. Fachliche Umgebung

Die Fachliche Umgebung kann weit ausgedehnt werden. Hauptaugenmerk dieser Arbeit ist es die möglichkeiten der Roboter-Mensch-Kollaboration in der Industrie, Medizin, Schule mit diesem Roboter zu erkennen. Inwiefern der Mensch mit einem Heutigen Roboter mit entsprechenden Richtlinien programmiert werden kann um in den entsprechenden Feldern mit dem Menschen zusammen zu Arbeiten.

## 1.2. Motivation und Ziel des Projektes

In der Industrie werden schon Roboter in den Fertigungsanlagen eingesetzt. Dies geschieht meist in Koordination mit anderen Robotern. In der Nähe dieser Roboter, darf sich kein Mensch aufhalten. Sie sind umhaust, sprich in einem speziellen Bereich abgesichert, damit keine unfälle passieren können. Auf diese Weise kann man sehr gut automatische Fließbandarbeiten erledigen.

Wenn jedoch eine sehr filigranere Arbeit gefragt ist, muss das Werkstück von einem Menschen bearbeitet werden, da der Mensch wesentlich bessere Möglichkeiten hat auf Probleme zu reagieren oder Korrekturen vorzunehmen.

### **1.3. Aufgabenstellung**

Es soll ein Anwendungsprogramm für alle möglichen Programmierschnittstellen für den Ur5 Roboter von Universal Robots entwickelt werden. Dieses Anwendungsprogramm soll so ausgelegt sein, dass es als eine Beispielanwendung einer Roboter-Mensch Kollaboration ist. Diese verschiedenen Programme werden miteinander verglichen. Es soll eine Entscheidungshilfe gegeben werden, für welchen Anwendungsfall, welche Schnittstelle am besten geeignet ist.

Die Programmierschnittstellen sollen möglichst gut dokumentiert werden.

### **1.4. Einordnung in die Themenfelder der Informatik**

Es werden auf verschiedene Bereiche in der Informatik eingegangen. Es werden Themen angesprochen die im Bereich der Robotik liegen.

## **2. Grundlagen**

### **2.1. Roboter-Mensch-Kollaboration**

Man unterscheidet die Arbeiten mit einem Roboter unter mehrere Arten. Roboter die mit anderen Robotern gleichzeitig arbeiten nennt man Kooperation zwischen Robotern. Der Mensch ist in diesem Arbeitsumfeld nicht dabei und kann nur von außen einfluss nehmen.

Als nächstes gibt es die Kollaboration zwischen dem Roboter und dem Mensch. Hier wird auch eine Unterteilung vorgenommen die unterschiedliche Richtlinien erfordern.

- Sicherheitshalt, wenn der Mensch den Kollaborationsraum betritt. - Verminderte Geschwindigkeit. Führung des Roboters durch den Mensch. Sensoren erfassen die kräfte, die vom Menschen ausgeführt werden und übertragen sie auf den Roboter.
- Dauerhafte Überwachung des abstands zwischen Mensch und Roboter, der mit reduzierter geschwindigkeit arbeitet. - Beschränkung der im Roboter ausgeführten Energie. Überwachung des Roboters auf Kollision und sofortigem Stop

#### **2.1.1. Richtlinien**

In so gut wie allen fällen sind Roboter in der Industrie in einem extra abgesicherten Bereich umzäunt, damit kein Arbeiter sich verletzen kann. Diese Robote sind umhaust. Es ist nicht möglich in einem gemeinsamen Arbeitsbereich zu kollaborieren. Damit Menschen im Arbeitsbereich vom Robotern Arbeiten dürfen müssen diese Roboter bestimmte Sicherheitsrichtlinien entsprechen. Der Roboter darf unter keinen Umständen eine Lebensbedrohliche gefahr darstellen. Die Norm ISO 10218

## 2.2. Ur5 Roboter

Die Dänische Firma Universal Robots hat den leichten Ur5 und mittelgroßen Ur10 Roboter hergestellt mit erfüllbaren Normen um mit diesem Roboter zu kollaborieren. Man kann sich im laufenden Betrieb in der Nähe aufhalten um Wegpunkte zu Teachen oder auch gleichzeitig an einem Werkstück zu arbeiten.

### 2.2.1. Eigenschaften

Der Roboter besitzt 6 Gelenke die ihm ermöglichen einen 360° Arbeitsbereich mit einem Radius von ca 85cm zu ermöglichen. Gesteuert wird er von einem Linux Rechner, der sich in der Nähe befindet. Die Festplatte für das System ist eine Speicherkarte, die leicht ausgetauscht werden kann.

Um den Rechner anzusprechen existiert bei Lieferung ein Touch Tablet, das für das Linux System den Visuellen Output gibt. bei Start wird auch automatisch die Software für den Roboter gestartet. Die Software nennt sich Polyscope und wurde in Java geschrieben. Diese Software verbindet sich per TCP/IP auf den URController. Ein Server Programm das die Schnittstelle von dem Linux System zu dem Roboter Controller auf dem Rechner herstellt.

TODO !! Administrativer modus

### 2.2.2. System Aktualisieren

Zwei Arten von Updates sind hier zu unterscheiden. Zum einen kann das Linux System geupdatet werden. Auf normalem wege über den Packetmanager des Systems, oder wenn man das neuste Image von Universal Robots runterläd und dann das System neu aufspielt. Hier ist jedoch zu beachten, dass dabei alle Daten verloren gegangen werden. Deshalb sollte eine Datensicherung vorgenommen werden. Wie dies geschieht wird im darauf folgenden Unterkapitel beschrieben.

Updates für dem Roboter müssen allerdings manuell gemacht werden. Hierfür müssen die aktuellen Updates von der Homepage von universal robots heruntergeladen werden. Die müssen in einem bestimmten Format auf einen USB Stick abgelegt werden.

ABSCHNITT WIE DAS FORMAT AUSSIEHT mit BILD !!

Das Update kann nun von der Polyscope Software ausgeführt werden. Einstellungen-

>updates. TODO nachschauen!! Im Administrativen modus können auch die einzelnen Gelenkcontroller geupdatet werden. Die werden im Update mitgeliefert.

### 2.2.3. Datensicherung

TODO !! Datensicherung

## 2.3. Übersicht der Programmierschnittstellen

Der Ur5 Roboter kann auf drei Ebenen angesprochen werden.

- Polyscope - URscript - C-API

TODO !! BILD SCHNITTSTELLEN

## 2.4. Kriterien für die Bewertung der Schnittstellen

Die Schnittstellen werden wie folgt bewertet:

AUFLISTUNG

- Programmierbarkeit,
- Interaktion mit Programm,
- Möglichkeit zu Debuggen und Testbarkeit,
- Aufwendung

Wie schwer ist es ein Programm für die einzelnen Schnittstellen zu entwickeln. Kann der Mensch das Programm intuitiv bedienen? Wichtig hierbei ist, dass der Mensch mit dem Roboter kommunizieren kann. Dies geschieht am besten, wenn der Mensch nicht kryptisch was eingeben muss. Der Mensch braucht Anwenderfreundliche Programme.

Beim Entwickeln von Programmen ist es wichtig, dass der Entwickler Fehler im Programm entdeckt um diese schnell zu beheben. Je größer und komplexer das Programm wird, desto schwieriger wird es Fehler zu entdecken.

## 2.5. URControl

Der URController eine Server Anwendung die auf dem Rechner des Roboters läuft. Dieser Controller dient als Schnittstelle von der Roboter Hardware und Software die den Roboter ansteuern wollen.

### 2.5.1. Konfiguration des URControllers

Den URController kann man bevor er gestartet wird in einer Konfigurationsdatei konfigurieren. Hier werden wichtige Einstellungen vorgenommen, die zu den jeweiligen Modellen der Ur5 oder Ur10 Serie gehören.

TODO !! Listing Config

### 2.5.2. Echtzeit Schnittstelle

Die Echtzeit Schnittstelle ist eine TCP Schnittstelle, die im 125Hz Takt Nachrichten an die Clients sendet. Diese Schnittstelle empfängt keine Daten von den Clients. Diese Nachrichten müssen von den Clients analysiert und zerlegt werden. Die Daten werden in einer bestimmten form gesendet

TODO !! BILD Schnittstellen

Die Client Anwendung muss nun dieses Packet parsen(Parser: Informationen zerlegen und entsprechend interpretieren.) Wie Die einzelnen Packete aussehen sind im Anhang mitgeliefert Für die Programmiersprache C wurde ein ein Parser dafür geschrieben.

### 2.5.3. Secondary und Primary Schnittselle

Das Secondary Interface ist eine TCP Schnittstelle, die in einem 60Hz Takt Nachrichten über den Roboter an Verbundene Rechner sendet. Die Nachrichten beinhalten Informationen wie z.B. den Roboter Status, die Positionen der einzelnen Joints. Die volle Beschreibung welche Informationen gesendet werden ist im anhang zu finden.

Zusätzlich, kann die Secondary Schnittstelle befehle von Verbundenen Rechnern empfangen. Diese Befehle können URScript befehle sein. Ein ganzes Programm aus URScript befehlen oder spezielle zugelassene Befehle die den Roboter Status verändern.

### **2.5.4. Polyscope**

Polyscope ist eine Anwendung die auf dem Roboter-Rechner läuft. Die Anwendung verbindet sich per TCP/IP auf den UR Controller und sendet URScript befehle an den Roboter um diesen zu steuern. Diese Anwendung wird auf dem Tablet angezeigt. Hierrüber kann man per Touch eingabe ein neues .URP Programm erstellen. Dieses Programm wird zur Laufzeit in ein .script umgewandelt.

## **2.6. C-API**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **2.6.1. Beschreibung**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **2.6.2. Kontrollstruktur**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no



sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **2.6.3. PTP Verfahren**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **2.6.4. Linear Verfahren**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## 3. Konzept

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 3.1. Anwendungsbeispiel

Das Anwendungsbeispiel ist ein Kinderspiel. Dieses Spiel soll die motorischen Fähigkeiten bei Kindern verbessern. Gegeben ist ein Kugel mit löschern aus Verschiedenen Formen(Kreis, Oval, Viereck, Trapez, etc.). Zu diesen Formen existieren die Entsprechenden Klötzchen, die entsprechend Groß sind un die Form der Löscher besitzen. Die Aufgabe des Spiel ist es alle Klötzchen in die entsprechende Form zu drücken, bis alle in der Kugel sind.

Die Kugel wird an den Kopf des Roboterarms befestigt. Es soll eine Anwendung entwickelt werden, die für den entsprechenden Spieler die Höhe des Roboters einstellt. Der Spieler soll die möglichkeit haben diese Start Position zu verstellen und für sich zu speichern. Bei einem bestimmten Knopf druck soll der Roboter das Loch für die jeweils nächste Form so ausrichten, damit der Mensch das Klötzchen nurnoch einwerfen braucht.

## **3.2. Speichern der Anwendungsdaten**

Um Auf bestimmte Menschen zugeschnittene Bewegungsabläufe zu machen muss der Roboter Daten über den Anwender kennen. Diese sollten persistent gespeichert werden, damit bei einem Wechsel des Anwenders die Daten nicht verloren gehen. Daten der Anwender sind z.B Name, Alter, bestimmte Positionen im RoboterProgramm, etc.

### **3.2.1. Speichern über Polyscope und URScript**

In der Polyscope Software oder in einem URScript Programm, können Daten die von den Benutzern erstellt oder erhoben werden nicht persistent gespeichert werden. Hierzu muss eine Zweite Anwendung Entwickelt werden, auf die sich das URScript oder URP Programm verbindet und die Daten zum persistenten speichern versendet.

In Polyscope und URScript muss sehr aufwendig mit den vorhandenen Script Befehlen eine Socket Verbindung aufgebaut werden. Damit diese Zwei Programme miteinander Kommunizieren können muss ein gemeinsames Protokoll mit bestimmten Befehlen festgelegt werden.

### **3.2.2. Speichern über Eigene API**

Mit der Eigenen API muss keine zweite Software entwickelt werden, da die API auf einem Client Rechner läuft und dort die Daten persistent gespeichert werden können. Es muss im Anwendungsprogramm eine Verbindung zu einer Datenbank aufgebaut werden und dort können die Daten gespeichert werden.

## **4. Realisierung**

### **4.1. TCP Server mit Datenbank zum dauerhaften speichern der Daten**

Um mit Polyscope und URScript erhobene Daten zu Speichern wurde ein kleiner TCP Server geschrieben, der eine Verbindung zulässt und Daten in einer Datenbank Speichert. Die Daten sind Objectorientiert, und werden von dem Server erstellt. In Polyscope und URScript gibt es keine Objectorientierung, deshalb muss dort alles nacheinander angefragt werden.

### **4.2. C-API**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

#### **4.2.1. gelöste Aufgabe**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et

dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.2.2. Aufgetretene Probleme

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## 4.3. Polyscope

### 4.3.1. Programmierung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.3.2. Benutzer Interaktion

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et

dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.3.3. Test und Fehlersuche im Programm

Bevor Polyscope ein Programm ablaufen lässt wird das Script auf die richtige Syntax geprüft. Sollte ein Fehler vorhanden sein wird dies beim Start als Popup angezeigt. Fehler die in Abschnitten mit Touch hinzugefügt wurden, können jedoch nicht lokalisiert werden. Nur in extra eingefügtem Script code kann grob lokalisiert werden, was für ein Fehler aufgetreten ist, weil dieser Teil extra geprüft wird.

### 4.3.4. Aufwand der Programmierung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## 4.4. URScript

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.4.1. Laden des Scripts auf den Controller

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.4.2. Programmierung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.4.3. Test und Fehlersuche im Programm

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.4.4. Benutzer Interaktion

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.4.5. Aufwand der Programmierung

## 4.5. Anwendung mit Eigener API

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.5.1. Adapter zur Secondary Schnittstelle

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.



### 4.5.2. Programmierung mit Adapter

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.5.3. Benutzer Interaktion

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.5.4. Test und Fehlersuche im Programm

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 4.5.5. Aufwand der Programmierung

## 5. Ergebnis

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 5.1. Vergleich der Schnittstellen

TODO !! Tabellen vergleich

### 5.2. Nicht erreichte Ziele

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **5.2.1. C-API**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

# 6. Fazit

## 6.1. Ausblick

[5.2](#) Nicht erreichte Ziele.

## 6.2. Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### 6.2.1. C-API

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **6.2.2. UR-Script**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **6.2.3. Polyscope**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **6.2.4. Eigene API**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **6.2.5. Grobe Empfehlung, welche Schnittstelle, bei welchem Anwendungsfall verwendet werden soll**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

# Literaturverzeichnis

[DJAN-2013]      Name1, Vorname1[; Name2, Vorname2; ...]: Titel [: Untertitel].  
[Auflageneigenschaften] Verlags(kurz)bezeichnung, Verlagsort,  
Jahr der Auflage. [S. xx - yy.] (Buch)

## B. Glossar

**BSD** Berkeley Software Distribution: Software dieser Lizenz wird frei vermarktet und darf verändert, verbreitet und kopiert werden.



## **C. Quellcode**

### **C.1. Speichern der daten über TCP in der Datenbank**