Inhaltsverzeichnis

[1.2 Projektumfeld 3](#_Toc531091918)

[1.3 Projektstrukturierung 3](#_Toc531091919)

[2 Projektdefinition 3](#_Toc531091920)

[2.1 Ausgangssituation 3](#_Toc531091921)

[2.2 Projektziel 3](#_Toc531091922)

[2.3 Projektschnittstellen 3](#_Toc531091923)

[2.4 IST-Analyse 3](#_Toc531091924)

[2.5 SOLL-Analyse 3](#_Toc531091925)

[3 Projektplanung 3](#_Toc531091926)

[3.1 Analyse der infrage kommenden Produkte 3](#_Toc531091927)

[3.1.1 3CX 3](#_Toc531091928)

[3.1.2 Asterisk 3](#_Toc531091929)

[3.1.3 Cisco 3](#_Toc531091930)

[3.2 Entscheidung für ein Produkt anhand der Nutzwertanalyse 3](#_Toc531091931)

[3.3 Planung der Umsetzung 3](#_Toc531091932)

[3.3.1 Rahmenbedingungen 3](#_Toc531091933)

[3.4 Erstellung eines Testfallkataloges 3](#_Toc531091934)

[3.5 Erstellung einer Risikoanalyse 3](#_Toc531091935)

[4 Projektdurchführung 3](#_Toc531091936)

[4.1 Abgabe der benötigten Voraussetzungen 3](#_Toc531091937)

[4.2 Installation des Betriebssystems 3](#_Toc531091938)

[4.3 Konfiguration der Virtuellen Maschine 3](#_Toc531091939)

[4.4 Installation und Konfiguration der Lösung 3](#_Toc531091940)

[4.5 Testen des Produktes 5 Abschluss 3](#_Toc531091941)

[5 Abschluss 3](#_Toc531091942)

[5.1 Qualitätssicherung des Prozesses 3](#_Toc531091943)

[5.1.1 Reflektion der Zeitplanung 3](#_Toc531091944)

[5.1.2 Dokumentationen 3](#_Toc531091945)

[5.2 Qualitätssicherung des Produktes 3](#_Toc531091946)

[5.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse (Kosten / Nutzen) 3](#_Toc531091947)

[5.4 Abnahme 4](#_Toc531091948)

[5.5 Fazit 4](#_Toc531091949)

[6 Anhang 4](#_Toc531091950)

[6.1 Tabelle 1: Glossar 4](#_Toc531091951)

[6.2 Tabelle 2: Nutzwertanalyse 4](#_Toc531091952)

[6.3 Tabelle 3: Risikoanalyse 4](#_Toc531091953)

[6.4 Tabelle 4: Stundensatz Auszubildender & Mitarbeiter 4](#_Toc531091954)

[6.5 Tabelle 5: Gesamtkosten 4](#_Toc531091955)

[6.6 Tabelle 6: Testfallkatalog 4](#_Toc531091956)

[6.7 Tabelle 7: Reflektion der Zeitplanung 4](#_Toc531091957)

[6.8 Tabelle 8: SOLL / IST Vergleich (Zeit) 4](#_Toc531091958)

[6.9. Abbildung 9: 4](#_Toc531091959)

[6.17 Quellen 4](#_Toc531091960)

# Einleitung

## Vorwort

In der Projektarbeit, die im Rahmen des Oberstufenprojektes der Ausbildung zum Fachinformatiker für Systemintegration durchgeführt wird, geht es um die Evaluierung und Implementierung einer IP-Telefonie Lösung für die Georg-Simon-Ohm Schule (im weiteren Verlauf GSO). Das Projekt fand im Zeitraum zwischen dem 20.11.2018 und dem 26.11.2018 über eine Dauer von 30 Stunden pro Person in der Klasse Fis6b statt. Detaillierte Abbildungen, Begriffserklärungen sowie Kalkulationen sind entsprechend gekennzeichnet und im Anhang zu finden.

## Projektumfeld

Die GSO ist eine Berufsschule für Medien- und Technikberufe. Die Schule umfasst dabei eine Schülerzahl von ca. XY Schülern. Das Lehrersprektrum umfasst derzeit um die 80 Lehrer. Das Projekt fand in der GSO in dem Klassenumfeld der Klasse fis6b (Fachinformatiker) statt. Die Mitglieder der Klasse sind derzeit in einer Ausbildung zum Fachinformatiker Systemintegration. Die Klasse besteht aus ca. 21 Schülern im 3. Lehrjahr. Das Projekt wurde im Rahmen einer fünf köpfigen Gruppe aus der Klasse Fis6b umgesetzt. Die Bereitstellung diverser Komponenten erfolgt unteranderem von der Schule, als auch von uns selbst (VM’s, Arbeitslaptops).

## Projektstrukturierung

Für das Projekt haben wir unser Vorgehen in vier Phasen gegliedert (Projektdefinition, Projektplanung, Projektdurchführung, Projektabschluss). Dabei verwendeten wir das erweiterte Wasserfallmodell, da es uns ermöglichte, bei einer fehlerhaften Planung in die vorherige Phase zurück zu kehren.

Außerdem haben wir einen Projektstrukturplan erstellt, welcher unser Gesamtprojekt in mehrere kleine, zusammenhängende Projekte unterteilt. Hierdurch wird ersichtlich, welche Arbeitsschritte zusammengehören bzw. voneinander abhängig sind (siehe Anlage Projektstrukturplan).

### 1.3.1 Meilensteinplanung

Um zu garantieren, dass ein Projekt erfolgreich abgeschlossen wird, muss man den Projekterfolg messen. Dies kann man mit Hilfe von Meilensteinen tun. Die Meilensteine haben wir an wichtigen Arbeitspaketen platziert. Mit erfolgreichem und pünktlichen beenden des Arbeitspakets ist der jeweilige Meilenstein erreicht. Pro Projektphase haben wir einen Meilenstein platziert (siehe Anlage GANTT Diagramm und Meilensteinplan). Durch die Meilensteine, die wir an den wichtigsten Arbeitspaketen des Projekts platziert haben, konnten wir den Erfolg frühzeitig überprüfen und zeitnah mit eingeplantem Puffer gegensteuern.

# Projektdefinition

## Ausgangssituation

Die GSO verfügt nicht über ausreichende telefonische Zugänge in den Vorbereitungsräumen der Lehrer. Außerdem verfügt die Schule nur über eine analoge Telefonanlage

## Projektziel

Ziel des Projekts ist es, dass alle Lehrer in ihren Vorbereitungsräumen telefonisch erreichbar sind.

## Projekt- /Prozessschnittstellen

## 

### 2.3.1Technische Schnittstellen

Zu den technischen Schnittstellen gehört unter der SIP-Trunk der fonail GmbH, welcher die Kommunikation mit dem externen Telefonnetz ermöglicht. Außerdem noch der Router der Schule welcher grundsätzlich den gesamten Datenverkehr im Schulnetzwerk regelt. Zum Schutz des Netzwerks verfügt die Schule über eine Firewall. Für die VoIP Telefonie wird letztlich noch ein PBX-Server(3CX) betrieben.

### 2.3.2 Organisatorische Schnittstellen

Unser Lehrer Herr Dohms ist in der Funktion als Auftraggeber aber auch als Berater in Sachen Datenverkehr Messung / Überwachung tätig geworden. Als Netzwerkadministrator ist Herr Frenz zuständig, dessen Hilfe wir in Anspruch genommen haben, um auf der Firewall die nötigten Ports frei zu schalten. Sebastian Dickgreber war unter anderem in der Funktion als Projektleiter tätig und für Absprachen mit dem Kunden Herr Dohms, unserem Lehrer Herr Stern als Berater zur Erstellung des Konzepts und für den Informationsaustausch und Terminabsprache mit anderen Abteilungen.

## IST-Analyse

Bei der Ist-Analyse haben wir festgestellt, dass aktuell in der Georg-Simon-Ohm Schule nur 50% der Lehrer per Telefon in den Vorbereitungsräumen erreichbar ist. Die bisherige Telefonanlage ist jedoch nur analog.

## SOLL-Analyse

Als Ergebnis unseres Projekts sollen wir ein Konzept vorlegen können in dem erklärt wird, wie ein VoIP-System für 80 Benutzer in der Georg-Simon-Ohm Schule betrieben werden kann.  
Die Anforderungen an das System sind eine sichere Übertragung welche wir durch das SRTP (Secure Real Time Protokoll) sicher stellen können. Durch die Wahl von 3CX als Software für den Server als auch für die Clients können wir alle durch den Kunden gewünschten Funktionen umsetzen. Darunter fällt die Funktion der Rufweiterleitung, externer sowie interner Telefonie, eine Mailbox mit der Möglichkeit auch per E-Mail über einen verpassten Anruf benachrichtigt zu werden, einem Adressbuch und natürlich auch mit einer guten Sprachqualität.

# Projektplanung

## Analyse der infrage kommenden Produkte

Infrage kam für uns Software welche mindestens 80 Clients unterstützt, mobil einsetzbar ist, möglichst wenig kostet und einfach administrierbar sowie bedienbar ist.

### 3CX

3CX ist eine VoIP-Software, die sowohl die Serveranbindung als auch die Softphones bereitstellt.  
Von ihr gibt es eine kostenlose Version, diese ist allerdings nicht mit unseren Anforderungen kompatibel. Um unsere Anforderungen erfüllen zu können, müssen wir Lizenzgebühren zahlen. Diese errechnen sich über die maximale Anzahl der simultanen Anrufe. Die Anzahl der Clients ist hier theoretisch unbegrenzt.

### Asterisk

Asterisk ist eine kostenlose Open-Source VoIP-Software. Sie stellt nur eine Serveranbindung bereit, ist allerdings mit den meisten Open-Source Softphones kompatibel. Bei dieser Software arbeitet man also mit verschiedenen Softphones mit verschiedenen Oberflächen. Die Anzahl der Clients ist hier theoretisch unbegrenzt.

### Ciscok

Cisco bietet eine sehr gute ausgearbeitete VoIP-Software an, die allerdings sehr teuer ist. Cisco stellt sowohl die Serveranbindung als auch Softphones an, diese müssen allerdings Lizensiert werden. Für die Software gibt es allerdings vollen Support und kann auch über einen zusätzlichen Vertrag vollständig von einem Cisco-Mitarbeiter administriert werden. Die Anzahl der Clients ist theoretisch unbegrenzt, man zahlt jedoch für jeden Client Lizenzgebühren.

## Entscheidung für ein Produkt anhand der Nutzwertanalyse

Um eine bestmögliche Lösung zu finden, haben wir eine Nutzwertanalyse ausgearbeitet. Dazu haben wir eine Auswahl an Kriterien erarbeitet, damit wir die verschiedenen Lösungen miteinander vergleichen können.   
Nach anschließender Abstimmung in der Gruppe haben wir uns auf folgende Kriterien festgelegt:   
(Vgl. Tabelle X: Nutzwertanalyse)

* Kosten
* Übertragungsqualität
* Funktionalität
* Kompatibilität
* Konfigurationsaufwand

Nach der Durchführung der Nutzwertanalyse hat sicher herausgestellt, dass das Produkt 3CX die beste Lösung für die GSO abbildet.

Im Vergleich zu den anderen beiden Produkten ist die Einrichtung und weitere Pflege des Servers übersichtlich und schnell/leicht zu gestalten. Zudem ist die Software gut kompatibel mit der vorhandenen Infrastruktur und es müssen kaum Anpassungen und Einkäufe getätigt werden.

## 3.3 Planung der Umsetzung

### 3.3.1 Rahmenbedingungen

#### 3.3.1.1 Annahme

#### 3.3.1.2 Abgrenzung

#### 3.3.1.3 Abhängigkeiten

## 3.4 Erstellung eines Testfallkataloges

Im Anschluss an die Installation und Konfiguration des Systems wird getestet, ob alle benötigten Funktionen einwandfrei funktionieren.   
Hierzu wird gemeinsam mit der Gruppe ein Testfallkatalog erstellt. Dieser verdeutlicht, dass das Produkt alle Anforderungen erfüllt. (Vgl. Tabelle X: Testfallkatlog)

## 3.5 Erstellung einer Risikoanalyse

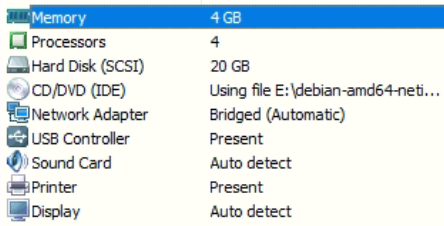
Aufgrund der Abhängigkeit zu anderen Leistungseinheiten muss eine Risikoanalyse durchgeführt werden, damit im Falle von auftretenden Problemen die Umsetzung des Projektes trotzdem im Rahmen der Zeitvorgabe möglich ist. Eines der Risiken, welches häufiger in diesem Bereich auftritt und eliminiert werden sollte, ist die Änderung der Wünsche des Kunden. Deshalb haben wir hier ein Pflichtenheft erstellt und abzeichnen lassen. Weitere Probleme werden in der Risikoanalyse im Anhang aufgeschlüsselt und theoretische Gegenmaßnahmen erläutert. (Vgl. Tabelle X: Risikoanalyse)

## 

# Projektdurchführung

Für die Umsetzung beantragten wir sowohl beim SIP-Anbieter Fonial, als auch bei 3CX, dem Hersteller unserer ausgewählten Telefonanlagensoftware eine Testversion, die im Folgenden installiert wurde.  
Für die erfolgreiche Einrichtung der externen Telefonie baten wir Herrn Frenz, den IT-Administrator der Schule, um eine Port-Weiterleitung der Ports 5060, 5090 sowie 9000 auf die später gewählte IP unseres Servers.  
Zum Testen der Funktionalität der Telefonie mit Hilfe von Softphones organisierten wir uns wie im Folgenden beschrieben verschiedene Geräte mit verschiedenen Betriebssystemen.

## Serverinstallation und –Konfiguration

Da das Ziel des Projekts ein Konzept nebst funktionierendem Testsystem erwartet wurde, installierten wir den Server für die Telefonie als virtuelle Maschine auf einem bereits vorhandenen Gerät. Unser für das Testsystem verwendete Gerät ist mit einem i7-4710HQ Prozessor, 16GB RAM sowie einer SSD als Datenspeicher ausgestattet. Als Betriebssystem des Geräts lief ein Windows 10 Pro mit installiertem Build 1803. Zur Virtualisierung verwandten wir VMware Workstation Pro in der Version 14.1.1. Die von uns für die virtualisierte Telefonanlage verwendeten Einstellungen sind in Abbildung XYZ ersichtlich.  
Wir installierten das vom Hersteller der Telefonanlage zur Verfügung gestellte ISO-Abbild auf der virtuellen Maschine. Bei dem ISO-Abbild handelte es sich um ein um die 3CX Software erweitertes Debian 7 (im Folgenden als 3CX bezeichnet). Dabei wurde Version 15.5 der 3CX installiert.  
Bei der Installation wurde die IP manuell an das Netzwerk angepasst, in dem die 3CX während des Testens stehen sollte. Dabei wurde als freie IP die IP 10.3.22.25 entdeckt und verwendet und mit der Subnetzmaske /24 eingegeben.  
Nach der Installation konnten wir über einen Browser auf die Weboberfläche der 3CX zugreifen und den Assistenten für die Ersteinrichtung durchführen. Dabei wurde die uns von 3CX zu Testzwecken zur Verfügung gestellte Lizenz von uns eingegeben und eine für Testumgebung passende Domäne angegeben.  
Wir konfigurierten zuerst den SIP-Trunk mit den Daten, die uns vom SIP-Anbieter Fonial als Testversion zur Verfügung stellte. Dabei gaben wir die Daten gemäß der Webseite in die Maske ein.  
Als nächstes konfigurierten wir am Server Nebenstellen für unsere Gruppenmitglieder mit gewünschter Durchwahl. An dieser Stelle konnte von uns ausgewählt werden, dass das SRTP Protokoll verwendet wird. Dadurch wurde es unmöglich, dass die von uns geführten Testgespräche abgehört werden können. Bei der Erstellung der Nebenstellen gaben wir zugehörige E-Mailadressen an, an die die Willkommensmail verschickt wurde.  
Als letzte Einstellung für die Grundstruktur des Testsystems richteten wir eine Ausgangsregel ein, damit externe Telefonie über den SIP-Trunk möglich war.

## Clientinstallation und –Konfiguration

Als mobile Endgeräte verwendeten wir Android-Geräte verschiedener Hersteller mit Android-Versionen zwischen 7.0 und 8.0 sowie iOS-Geräte mit der iOS-Version 12.1. Dabei downloadeten wir die 3CX App aus den jeweiligen App-Stores und installierten sie auf den Geräten. Beim Start der App wurde ein QR-Code-Scanner gestartet, den wir auf den QR-Code der Willkommensmail hielten, der die zugehörige Konfiguration enthielt.  
Als stationäre Endgeräte verwendeten wir zwei Notebooks mit installiertem Windows 10 Pro in der Build-Version 1703 auf dem einen sowie Build Version 1607 auf dem anderen. Dabei downloadeten wir den 3CX Client über den Link aus der Willkommensmail und installierten die Software auf den Geräten. Nach der Installation öffneten wir mit dem 3CX Client die an der Willkommensmail angehangene Konfigurationsdatei, welche diesen provisionierte.

## 4.5 Testen des Produktes

# 5 Abschluss

## 5.1 Qualitätssicherung des Prozesses

Durch das erste Kundengespräch ergaben sich Muss- und Wunschkriterien für das Projekt. Diese wurden im Pflichtenheft (siehe Anlage XYZ) festgehalten und vom Auftraggeber Jan Dohms bestätigt. Während der Testphase wurden alle Kriterien überprüft und im Testprotokoll (siehe Anlage XYZ) festgehalten. Ebenso wurde im Projektabschluss ein Soll/ist Vergleich zur Funktionalität erstellt, der alle Muss - und Kannkriterien auflistet und ihren Status anzeigt (siehe Anlage). Bei der Übergabe des Projekts wurden alle im Pflichtenheft aufgeführten Muss- und Wunschkriterien mit dem Auftraggeber durchgegangen und vorgeführt. Dieses wurde ebenfalls in einem TestXYZ (siehe Anlage Blablbablub) vermerkt und vom Auftraggeber abgezeichnet. Ein Vergleich mit dem Pflichtenheft zeigt, dass folgende Kriterien erfüllt wurden:

Musskriterien:

1. Es muss die Möglichkeit gegeben sein, mit Hilfe von Softphones über PC mit Headset und über Smartphone telefonieren zu können.
2. Es müssen mindestens 80 Endgeräte unterstützt werden.
3. Es muss die Möglichkeit vorhanden sein, einen Anruf weiterzuleiten.
4. Es muss die Möglichkeit vorhanden sein, einen Anruf zu halten.
5. Es muss die Option bestehen, anklopfen einzuschalten.
6. Es muss möglich sein, Konferenzen mit mindestens drei Teilnehmern führen zu können.
7. Bei einem Anrufbeantworter muss eine Mail an den Empfänger geschickt werden.
8. Die Umsetzung muss möglichst kostengünstig erfolgen.
9. Es muss ein Telefonbuch vorhanden sein.
10. Es muss ein passwortgeschützter Zugriff der Endgeräte auf der Telefonanlage eingerichtet werden.
11. Es muss eine Externe Telefonie möglich sein.

Wunschkriterien:

1. Mindestens 10 Teilnehmer in einer Konferenz möglich.  
2. Die Zusendung der Aufnahme des Anrufbeantworters per Mail ist gewünscht.  
3. Es sollte ein individueller Anrufbeantworter schaltbar sein.  
4. Der Anruf der Lehrer mit Hilfe von Kürzeln sollte möglich sein.

Folgende Kriterien wurden zum Teil erfüllt:

Muss Kriterien:  
12. Die Gespräche dürfen nicht abhörbar sein  
 -> Zum Teil erfüllt, das Gespräch ist nicht abhörbar, aber die Metadaten sind   
 auslesbar.

13. Gute Sprachqualität:  
 a. Latenz: <150ms  
 b. Jitter: <50ms  
 c. Paketverlust: <5%  
 d. Bandbreite: >100kb/s zu Verfügung pro Sprachkanal

-> Zum Teil erfüllt, es tritt ein höherer Paketverlust als gewünscht auf. Dazu haben wir auf dem Server während eines Telefonats das Gespräch mitgeschnitten und den Dump ausgewertet (Siehe Messdaten in der Anlage Wireshark yqz). Der extrem hohe Paketverlust war für uns nicht nachvollziehbar. Es ist daher nicht klar, ob es sich um Messfehler handelt oder das Produkt tatsächlich solche immensen Verluste aufweist. Da die Sprachqualität allerdings in Ordnung war, wirkt sich dieser Paketverlust nicht wirklich auf die Telefonie aus.   
Beide Musskriterien waren im Rahmen der Zeit nicht mehr vollständig zu realisieren.

## 

### 5.1.1 Reflektion der Zeitplanung

Es traten einige Abweichungen gegenüber der zeitlichen Planung auf. Wir haben einige Schwierigkeiten bei der Erstellung des Pflichtenheftes und dem Gantt-Diagramm gehabt. Deshalb kam es hier zu einer zeitlichen Verlängerung von 4 ½ Stunden bei der Pflichtenheft Erstellung und 4 Stunden bei der Erstellung des Gantt-Diagramms. Weitere Verzögerungen gab es bei der Planung der Clientkonfiguration, da es hier zunächst Unstimmigkeiten gab. Zudem kam es bei der Erstellung des technischen Grobkonzeptes zu einer Verzögerung von 2 Stunden. Des Weiteren hat die Server und Clientkonfiguration 2 Stunden länger gebraucht, da hier einige Einstellungen nicht direkt funktionieren, wie z.B. das Herunterladen der Config per QR-Code oder einige Netzwerkverbindungsfehlern.   
Die oben genannten Verzögerungen konnten jedoch durch schnellere Erstellung des Fragenkataloges, schnellere Findung von Arbeitspaketen und durch das schnelle erstellen der Konzeptdokumentation leicht abgefangen werden. Zu Guter Letzt haben wir am Anfang des Projektes einen Puffer von 7,5 Stunden eingeplant, dadurch konnten die Verzögerungen gänzlich abgefangen werden und es kam zu keiner Gesamtverschiebung des Projektendes. Zur besseren Übersicht folgt eine Tabelle, die die Soll- und die Ist-Zeit gegenüberstellt. (Vgl. Tabelle X: Reflektion der Zeitplanung, Seite y)

### 5.1.2 Dokumentationen

Sämtliche durchgeführte Tätigkeiten werden in diesem Dokument festgehalten.

## 5.2 Qualitätssicherung des Produktes

## 5.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse (Kosten / Nutzen)

## 5.4 Abnahme/ Übergabe

Das fertige Projekt wurde planmäßig am 27.11.2018 an den Auftraggeber Jan Dohms übergeben. Im Rahmen der Übergabe wurden alle Szenarien aus dem Testfallkatalog (siehe Anlage XY) erfolgreich nachgestellt und vom Auftraggeber Jan Dohms abgezeichnet.

## 5.5 Fazit

Durch die Inbetriebnahme der IP-Telefonie können kosten erspart werden, dadurch das kein ISDN Anschluss vorhanden ist. Die Wege der Lehrer und eventuell damit zusammenhängende Verspätungen der Lehrer können eliminiert werden, was zu Gunsten des Unterrichtes ist. Sollte es zu wichtigen und schnellen Abstimmungen der Lehrer kommen müssen, so können diese schnell und einfach Ihr Mobile Device nehmen und das Telefonat kann ohne große Wege abgehalten werden. Die Testversion kann somit mit kleinen Anpassungen produktiv gesetzt werden.

Die Gruppe 2 der fis6b ist mit der Umsetzung des Projektes zufrieden. Alle Rahmenbedingungen konnten eingehalten werden und die Ersparnis durch die neue Telefonanlage, ist gegeben.

# 6 Anhang

## 6.1 Tabelle 1: Glossar

## 6.2 Tabelle 2: Nutzwertanalyse

## 6.3 Tabelle 3: Risikoanalyse

## 6.4 Tabelle 4: Stundensatz Auszubildender & Mitarbeiter

## 6.5 Tabelle 5: Gesamtkosten

## 6.6 Tabelle 6: Testfallkatalog

## 6.7 Tabelle 7: Reflektion der Zeitplanung

## 6.8 Tabelle 8: SOLL / IST Vergleich (Zeit)

## 6.9. Abbildung 9:

## 6.17 Quellen