



Ausbildungsberuf

Fachinformatiker/-in Systemintegration

Prüfungstermin

Sommerprüfung 2022

Prüfling

Herr Lukas-Nils Richter

Prüflingsnummer: 64250

Azubinummer: 1147947

E-Mail: richter@klesys.com, Telefon: +49 2824 925220

Ausbildungsbetrieb

KLESYS GmbH

Projektbetreuer: Herr Oliver Mark

E-Mail: mark@klesys.com, Telefon: +49 2824 925220

Thema der Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System

Inhaltsverzeichnis

1. Projektdefinition	3
1.1 Projektumfeld.....	3
1.2 Projektziel.....	3
1.3 Durchführungszeitraum	3
1.4 Projektschnittstellen	3
2. Projektplanung.....	4
2.1 IST-Zustand.....	4
2.2 SOLL-Zustand	5
2.3 Entscheidungsgrundlage	6
2.4 Projektmethode	7
2.5 Projektablauf	8
2.6 Ressourcenplanung	8
2.7 Kostenziele	8
3. Projektumsetzung	9
3.1 Technische Umsetzung Teil 1	9
3.2 Technische Umsetzung Teil 2	12
3.3 Abschließender Funktionstest und Abnahme aller Beteiligten	15
3.4 Umstellung auf die neue Telefonanlage zum Stichtag	15
4. Projektergebnisse	15
4.1 Soll-/Ist-Vergleich	15
4.2 Ausblick / Anforderungen	16
4.3 Persönliches Fazit	16
5. Anhang	17
5.1 Glossar	17
5.2 Quellenverzeichnis	22
5.3 Berechnung der Lohnkosten	22
5.4 Projektablauf	26
5.5 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	26

1. Projektdefinition

1.1 Projektumfeld

Bei dem Projekt handelt es sich um ein Kundenprojekt eines langjährigen Kunden der KLESYS GmbH, welche dem Kunden bereits seit Beginn der Geschäftsbeziehungen ihre *Managed-Service* Dienste zur Verfügung stellt. Beim Ausbildungsbetrieb, der KLESYS GmbH, handelt es sich um ein Systemhaus mit 13 Mitarbeitern. Die KLESYS GmbH betreut seit über 20 Jahren kleine und mittelständische Unternehmen am Niederrhein. Es werden diverse Lösungen unter anderem im Bereich des *Cloud-Computing*, *IT-Security* und *Managed-Service* angeboten. Beim Kunden handelt es sich um ein mittelständisches Unternehmen mit zwei geografisch getrennten Standorten. Pünktlichkeit, Erreichbarkeit und Flexibilität sind im Geschäftsbereich des Kunden besonders ausschlaggebend. Auf Basis dieser Anforderungen ist der Kunde für sein neues Projekt auf uns zugekommen, um seinen Wunsch gemeinsam mit uns zu realisieren.

1.2 Projektziel

Ziel des gesamten Projektes ist ein Austausch der bestehenden Telefonanlage. Der Funktionsumfang soll erheblich erweitert werden, sowie ein neuer Schwerpunkt auf die Ausfallsicherheit gesetzt werden. Die bereits bestehende Telefonanlage ist technisch veraltet mit starken Tendenzen zu Störanfälligkeiten. Diese veraltete Telefonanlage soll durch die KLESYS GmbH abgelöst, jedoch nicht abgebaut oder verändert werden. Der Kunde kümmert sich selbst um den Abbau der alten Anlage.

Die neue Telefonanlage soll in der Lage sein bei Ausfällen eigenständig den Funktionsumfang weiterhin bereitzustellen. Ausfälle müssen in Echtzeit automatisiert erkannt und ohne manuelles Eingreifen behoben werden. Dies soll unterbrechungsfrei und ohne Auswirkungen auf das Tagesgeschäft des Kunden stattfinden. Die Telefonanlage soll *Hochverfügbar* in einer *aktiv/passiv* Konfiguration betrieben werden.

Des Weiteren soll das Anwendungsportfolio der Telefonanlage deutlich erweitert werden. Verschiedene Warteschleifen für diverse Telefonnummern, Warteschleifenplätze für Anrufe und Anbindung an ein Smartphone finden sich nun im gewünschten Portfolio des Kunden. Die Telefonanlage der 3CX bietet bereits dieses Funktionsportfolio und wird auch von der KLESYS GmbH in vollen Umfang unterstützt und angeboten.

1.3 Durchführungszeitraum

Der geplante Durchführungszeitraum des Projektes ist vom 21.3.2022 bis zum 25.03.2022.

1.4 Projektschnittstellen

Im folgenden Abschnitt werden die Projektschnittstellen aufgeführt.

1. Die Geschäftsleitung des Kunden, ist Auftraggeber des Projektes. Diese ist besonders an der Redundanz und dem erweiterten Funktionsportfolio interessiert.
2. Der Projektbetreuer der KLESYS GmbH, Herr Mark, ist Bereichsleiter für den Support der KLESYS GmbH. Er ist verantwortlich für die Aufsicht des Projektes. Außerdem ist er in der Lage, falls benötigt, Kennwörter oder etwaige Zugänge bereitzustellen, falls die Durchführung des Projektes diese benötigt. Darüber hinaus steht Herr Mark während der Ausführung als

Ansprechpartner zur Verfügung und ist verantwortlich für etwaige Folgeprojekte z.B. einer Anwender- oder Administratorenschulung für den Kunden

3. Der Abteilungsleiter der IT des Kunden ist der erste Ansprechpartner für Umsetzungswünsche der neuen Telefonanlage. Er ist der Ansprechpartner für Gestalterische- und Umsetzungstechnische Fragen; beispielsweise die Länge der Nebenstellenummern oder die Dauer der Warteschleifen. Bevor der Geschäftsleitung des Kunden das Projekt abschließend vorgelegt wird, wird der Abteilungsleiter das Projekt als solches abnehmen.
4. Ein Mitarbeiter aus dem Support der KLESYS GmbH. Falls benötigt kann der Mitarbeiter Portfreigaben in der bestehenden Firewall erstellen.

2. Projektplanung

2.1 IST-Zustand

Im folgenden Abschnitt wird der IST-Zustand vor Beginn des Projektes beschrieben.

Aus technischer Sicht besteht die ursprüngliche Telefonanlage aus zwei *Unifi* TK-Anlagen, die jeweils an einem Standort aufgebaut sind. Mithilfe der vor Ort stehenden *WatchGuard Firewalls* wird ein *VPN-Tunnel* zwischen den beiden Standorten aufgebaut. Die Telefone verbinden sich über die Telefonanlage und den *VPN-Tunnel* mit dem *Unifi* Server, um sich zu registrieren und ihre Konfiguration herunterzuladen. Dies hat den Vorteil, dass wenn eine der beiden TK-Anlagen ausfällt, über die TK-Anlage des anderen Standortes weitertelefoniert werden kann, der ausgefallene Standort jedoch selbst nicht erreichbar ist. Dennoch verbleibt der *Unifi* Server eine *Single-Point-Of-Failure*, da ohne diesen *Unifi* Server sich die Telefone nicht registrieren können. Unter anderem stellte die Pandemiesituation, welche im Jahre 2020 startete, die Telefonanlage vor eine besondere Herausforderung.

Da die Telefonanlage nicht in der Lage dazu ist sogenannte *Softphones* einzurichten, wird die Umstellung des Arbeitsplatzkonzeptes auf reines Homeoffice deutlich erschwert. Um jedoch trotzdem aus dem Homeoffice erreichbar zu sein, sind in der Telefonanlage Weiterleitungen von den festen Nebenstellen auf die Mobiltelefone der Mitarbeiter eingerichtet. Da aber nicht jeder Mitarbeiter ein Mobiltelefon vom Arbeitgeber bekam, muss am Ende jedes Monats die Telefonrechnung von den betroffenen Mitarbeitern eingereicht werden, damit sie der Arbeitgeber entsprechend kompensieren kann. Dies sorgt für vermeidbare Arbeit in der Buchhaltung des Kunden und den Ursprung einiger Muss-Kriterien.

Im weiteren Verlauf der IST-Analyse wurden alle Regeln, Rufweiterleitungen und sonstige Besonderheiten dokumentiert, um sie im Werdegang der Einrichtung der neuen TK-Anlage so gut wie möglich zu reproduzieren. In dieser gesamten Analyse wurden keine Prozesse gefunden, welche mit einer 3CX-Telefonanlage nicht reproduzierbar sind.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System

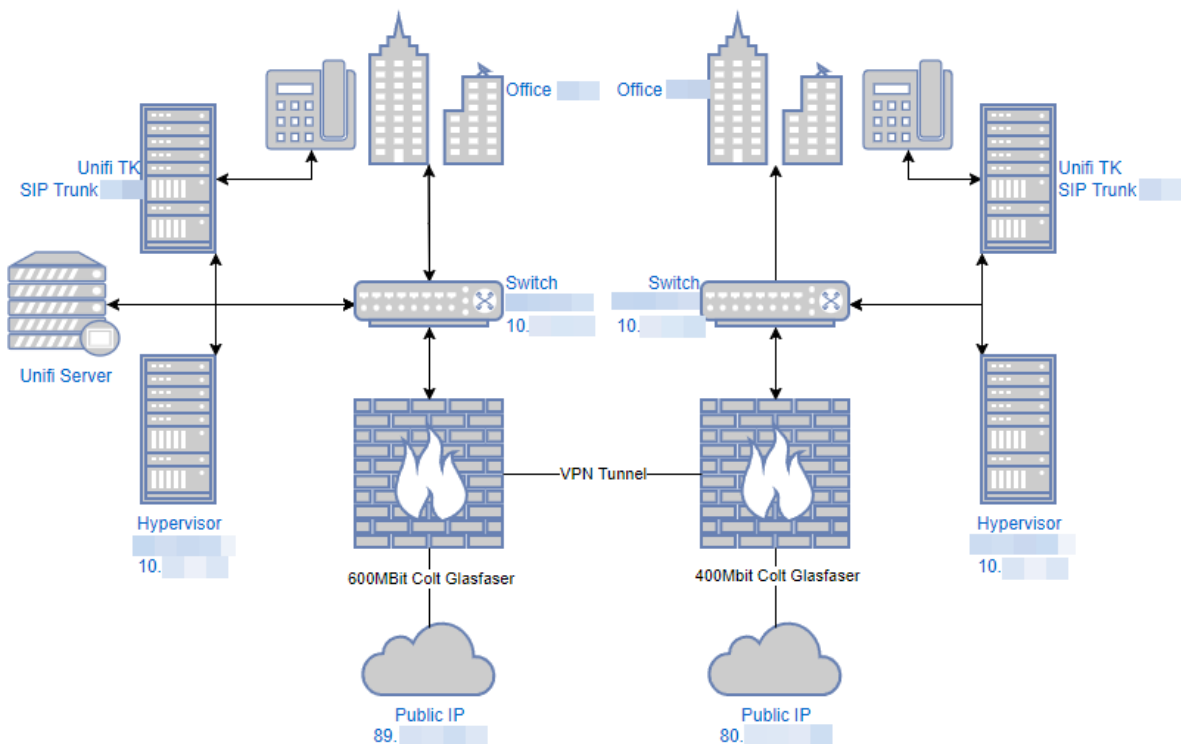


Abbildung 1: Skizze der alten TK-Anlage

2.2 SOLL-Zustand

Am Ende des Gesamtprojektes soll die Umstellung von der alten Telefonanlage auf die neue 3CX passiert sein. Gemeinsam mit dem Kunden wurden folgende Muss-Kriterien festgelegt, die auf jeden Fall erfüllt werden müssen. Diese Kriterien lauten folgendermaßen:

1. Die neue Telefonanlage soll von überall aus erreichbar und bedienbar sein.
2. Die Lösung soll skalierbar sein, um in Zukunft auf keine Engpässe z.B. bei Erweiterung des Personals zu stoßen.
3. Die Telefonanlage soll Warteschleifen für diverse Telefonnummern, Warteschleifenplätze für Anrufe und eine Anbindung für ein Smartphone besitzen.
4. Die Telefonanlage soll **redundant** und **hochverfügbar** erreichbar sein.

Des Weiteren wurden folgende Kann-Kriterien genannt:

1. Die Lösung soll bereits bestehende System so gut wie möglich integrieren und nutzen.

Dem Kunden wurde in der Vergangenheit das Produktportfolio und Möglichkeiten einer 3CX Anlage vorgestellt, hat sich jedoch zu der Zeit gegen eine Aktualisierung der Telefonanlage entschieden.

Eines der Vorteile der 3CX ist, dass sie nicht nur von überall aus erreichbar ist, sondern auch IP-Telefone standortunabhängig unterstützt. Somit kann der Mitarbeiter nicht nur im Homeoffice mit seinem Mobiltelefon arbeiten, sondern auch ein eigenes Standtelefon an seinem Arbeitsplatz stehen haben. Dies kann vorher ganz einfach in der neuen Telefonanlage eingerichtet werden und direkt dem Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Auf Basis des bestehenden Wissens des Kunden, ist nun die Entscheidung seitens des Kunden auf eine 3CX Anlage gefallen. Dem Kunden war der Funktionsumfang somit im Vorhinein bewusst und mit diesem Wissen sind ein Großteil der Muss-Kriterien entstanden. Der Kunde hat bereits Hardware an seinen Standorten, die zur *Virtualisierung* geeignet sind, welche auch bereits von der KLESYS GmbH im Rahmen des *Managed-Service* verwaltet werden. Aus diesem Grunde entstand das Kann-Kriterium die bereits bestehende System bestmöglich zu nutzen. Auf Basis aller Informationen, wurde schriftlich dokumentiert, wie die neue Telefonanlage technisch auszusehen hat. Hierzu wurde eine technische Skizze erstellt, die schematisch die Bestandteile der neuen Telefonanlage dokumentiert.

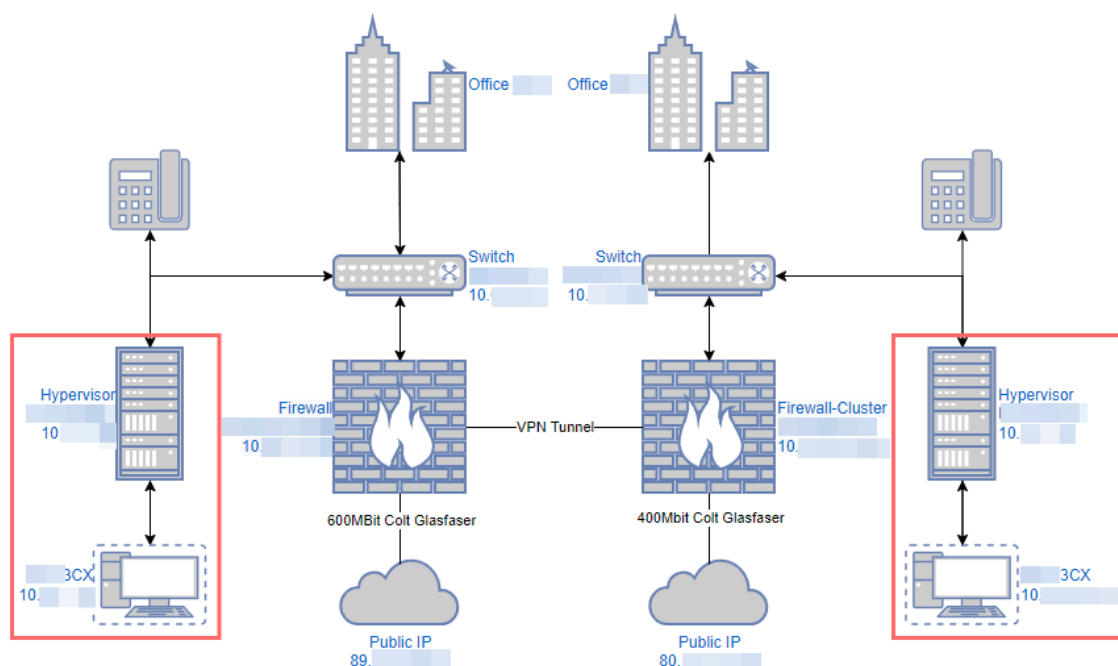


Abbildung 2: Skizze der neuen TK-Anlage

2.3 Entscheidungsgrundlage

Da die *Redundanz* der Telefonanlage eines der Muss-Kriterien ist, sind wir bei unserer 3CX auf *Hochverfügbarkeit* angewiesen. *Hochverfügbarkeit* gibt es in zwei Konfigurationen, der *aktiv/aktiv* und der *aktiv/passiv* Konfiguration. Die 3CX unterstützt werkseitig eine *aktiv/passiv* Konfiguration, welches die Einrichtungszeit deutlich verkürzt. Eine 3CX Anlage ist sehr Ressourcen sparend und benötigt somit kein *Load-Balancing*, welches bei einer *aktiv/aktiv* Konfiguration eine herausstechende Rolle spielen würde. Mit dem Hintergrund, dass *Load-Balancing* auch nicht im Anforderungsprofil enthalten ist, eine *aktiv/Aktiv* Konfiguration gemeinsam mit der 3CX eine aufwändige Selbstentwicklung nach sich ziehen würde und die 3CX bereits werkseitig eine *aktiv/passiv* Konfiguration unterstützt, wurde diese Art der Konfiguration nicht weiter in Betracht gezogen.

Es gibt diverse Wege eine 3CX-Anlage zu betreiben. Sie kann entweder *On-Premise*, in der *Cloud* oder von 3CX selbst gehostet werden. Somit stehen uns verschiedene Möglichkeiten der Realisierung zur Verfügung, um eine *Hochverfügbarkeit* zu erreichen. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse wurde

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



entschieden, auf welchem Wege die 3CX Anlage betrieben werden soll. Hierzu wurden Kriterien definiert, die auf den Soll- und Kann-Kriterien des Kunden basieren.

Bei den Kosten wurde bewertet, welche der Möglichkeiten die wenigstens Kosten insgesamt verursacht. Der Funktionsumfang befasst sich mit den Einschränkungen in den Funktionen der verschiedenen Hosting Möglichkeiten. Mit der Verwaltbarkeit wurde entschieden, welche Möglichkeiten existieren die 3CX Anlage zu verwalten und zu administrieren. Da der Kunde die Erweiterbarkeit als Muss-Kriterium eingeschlossen hat wurde diese auch in der Nutzwertanalyse einbezogen. Das letzte Kriterium ist die Verfügbarkeit pro Preis. Hier wurde bewertet, welche Kosten bei einer hohen Verfügbarkeit entstehen. Während dass 3CX Hosting eine 99,99% *SLA* der Verfügbarkeit bei gleichbleibenden Kosten beträgt, kostet eine vergleichbare *SLA* beim *Cloudhosting* von *Microsoft Azure* deutlich mehr.

Nutzwertanalyse							
Kriterien	Gewichtung	On-Prem		Cloud (Azure)		3CX Hosting	
		Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
Kosten	10	6	60	2	20	8	80
Funktionsumfang	30	10	300	10	300	6	180
Verwaltbarkeit	20	10	200	10	200	6	120
Erweiterbarkeit	30	10	300	10	300	10	300
Verfügbarkeit pro Preis	10	8	80	2	20	10	100
Nutzwert	100		940		840		780

Tabelle 1: Nutzwertanalyse

Auf Basis der Nutzwertanalyse, wurde entschieden die 3CX *On-Premise* zu betreiben.

Die 3CX Telefonanlage kann auf verschiedenen Betriebssystemen betrieben werden. In unserem Falle stehen *Microsoft Windows* und *Debian* zur Verfügung. Mit dem Hintergrund, dass das *Linux* basierte *Debian* weniger Ressourcen benötigt, keine Lizenzkosten verursacht und ein Umschalten auf das System nur in Ausnahmefällen während Wartungs- oder Reparaturarbeiten passiert, fiel die Entscheidung des Betriebssystems auf *Debian*.

2.4 Projektmethode

Die Phasen zur Erstellung und Einrichtung einer Telefonanlage lassen sich präzise beschreiben. Die Anforderungen, Leistungen und Abläufe sind klar beschrieben und definiert. Auf Grundlage dieses Wissens, habe ich mich in der Projektmethode für ein erweitertes Wasserfallmodell entschieden.

Dadurch kann man die einzelnen Phasen klar voneinander abgrenzen und Meilensteine eindeutig definieren und dokumentieren. Hiermit lässt sich der Erfolg eines Projektes sehr einfach und effizient kontrollieren. Sollte eine Phase nicht den Anforderungen entsprechen, so kann man einzelne Phasen linear wiederholen, bis der gewünschte Qualitätsstandard erreicht ist.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System

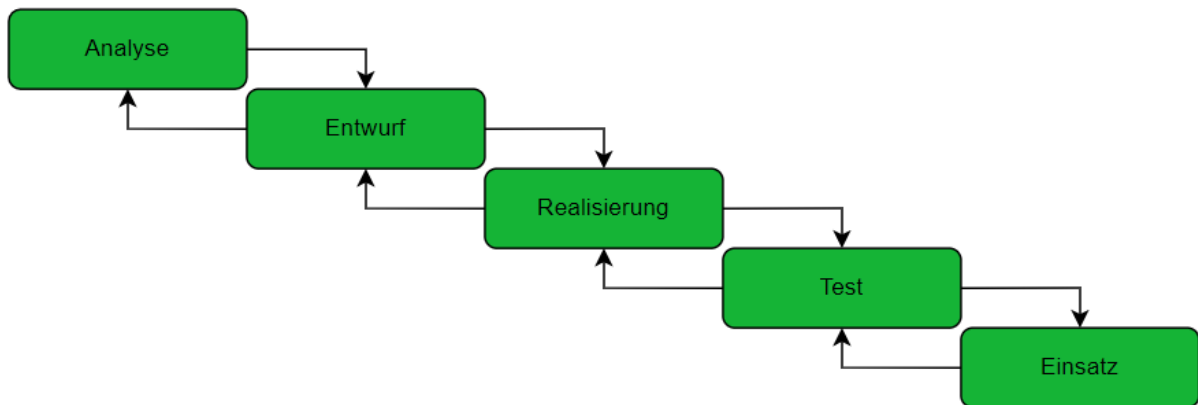


Abbildung 3: Wasserfallmodell:

Die Dokumentation der Meilensteine und das Abschließen der Phasen wurde in den folgenden Kapiteln erreicht:

- Analyse: [2.1 IST-Zustand](#)
- Entwurf: [2.3 Entscheidungsgrundlage](#)
- Realisierung: [3.2 Technische Umsetzung Teil 2](#)
- Test: [3.3 Abschließender Test und Funktionsabnahme](#)
- Einsatz: [3.4 Umstellung der neuen Telefonanlage zum Stichtag](#)

2.5 Projektablauf

Der Projektablauf wurde im Projektantrag detailliert beschrieben und ist nun im Anhang unter [5.4 Projektablauf](#) zu finden.

2.6 Ressourcenplanung

In diesem Abschnitt werde ich die Ressourcenplanung des gesamten Projektes skizzieren. Für das Projekt steht mir eine Durchführungszeit von 35 Stunden zur Verfügung.

Terminplanung:

Ein gemeinsamer Termin mit einem Mitarbeiter aus dem Support zur Erstellung der Firewall Regeln nach dem [4-Augen Prinzip](#). Hierfür wird insgesamt eine Stunde eingerechnet. Dieser Termin ist im Abschnitt [3.1 Technische Umsetzung Teil 1](#) geplant.

Ein Termin mit dem Abteilungsleiter Herr Mark sowie mit dem Leiter der IT-Abteilung des Kunden zur Abnahme. Es sind insgesamt 2,5 Stunden für diesen Abschnitt geplant. Durchgeführt wurde dieser Abschnitt in [3.3 Abschließender Funktionstest und Abnahme aller Beteiligten](#).

2.7 Kostenziele

Um dem Kunden das Projekt gewinnbringend in Rechnung zu stellen, mussten entsprechend die Projektkosten ermittelt werden. Hierzu wurde der zeitliche Projektablauf aus [2.5 Projektablauf](#) in Betracht gezogen, als auch die benötigten Stunden der Kollegen die sich aus [2.6 Ressourcenplanung](#) ergeben. Eine detaillierte Herleitung der Personalkosten ist im Anhang zu finden. ([5.3 Berechnung der Lohnkosten](#))

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Personalkostenplanung			
	Anzahl der Stunden	Lohnkosten in €/ Stunden	Gesamtkosten in €
Auszubildener (3. Lehrjahr)	35	13,43 €	829,50 €
Systemadministrator (unter 5 Jahren Berufserfahrung)	1	23,70 €	23,70 €
Systemadministrator (10 -19 Jahre Berufserfahrung)	2,5	26,93 €	67,32 €
		Summe:	920,52 €

Tabelle 2: Personalkostenplanung

Als **Gemeinkostenzuschlagssatz** wurde in Absprache mit meinem Ausbilder und der Buchhaltung ein Wert von 0,51 % vorgegeben. Daraus ergeben sich folgende **Gemeinkosten**:

$$920,52 \text{ €} * 0,0051 = \mathbf{4,69 \text{ €}}$$

Für die Lizenz der neuen Telefonanlage fallen folgende Kosten an: **695 €**. Diese Kosten fallen jährlich an und werden auf die Grundeinrichtung mit eingerechnet. Da die Hardware im Besitz des Kunden liegt wurden die Kosten hierfür nicht mit einberechnet. Nach Abschluss des Projektes wurden dem Kunden jedoch die Mehrleistung der neuen **VMs** mitgeteilt, damit der Kunde diese in seine eigene Kostenrechnung, für eine spätere Neuanschaffung, mit aufnehmen kann. Somit ergeben sich die folgenden Gesamtkosten für das Projekt.

Projektgesamtkosten	
Einmalige Projektkosten	
Personalkosten	920,52 €
Gemeinkostenzuschlag	4,69 €
Laufende Kosten	
Lizenzkosten	695 €
Summe:	1.620,21 €

Tabelle 3: Projektgesamtkosten

Diese Information habe ich entsprechend an den Vertrieb weitergegeben, der dem Kunden das entsprechende Angebot erstellt hat.

3. Projektumsetzung

3.1 Technische Umsetzung Teil 1

Die 3CX-Telefonanlage ist generell zwar sehr Ressourcen sparend, jedoch muss auch die Hardware den Ansprüchen angepasst werden. Da uns durch das **Managed-Service** bereits die Mitarbeiterzahl des Kunden bekannt ist, konnten daraus auch die initialen Hardwarevoraussetzungen abgeleitet werden. Nach den Empfehlungen von 3CX ist nun die folgende **Virtual Maschine** (abgekürzt **VM**) entstanden:

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Name der VM	Kundenkürzel-3CX
Arbeitsspeicher	4096 MB (Dynamischer Arbeitsspeicher) DDR4
Netzwerk	1 Gbit/s
Speicher	100 GB 3CX.vhdx (VHDX) / SSD Speicher
Prozessor	4 vCPUs / Intel Xeon Gold 5115

Zur Installation des Betriebssystems und der Software wird von 3CX eine *ISO-Datei* bereitgestellt. Diese Datei wird als Startimage für die VMs ausgewählt und die VM entsprechend gestartet. Nach einer kurzen manuellen Bestätigung ist das Betriebssystem automatisch installiert. Diese Installation läuft ohne Probleme durch und es ist kein manuelles Eingreifen nötig.

Nachdem das Betriebssystem installiert ist, startet die VM automatisch neu und fragt uns welche Software installiert werden soll. Da wir keinen *Session-Border-Controller* (abgekürzt *SBC*) installieren, habe ich die Option 3CX System ausgewählt.

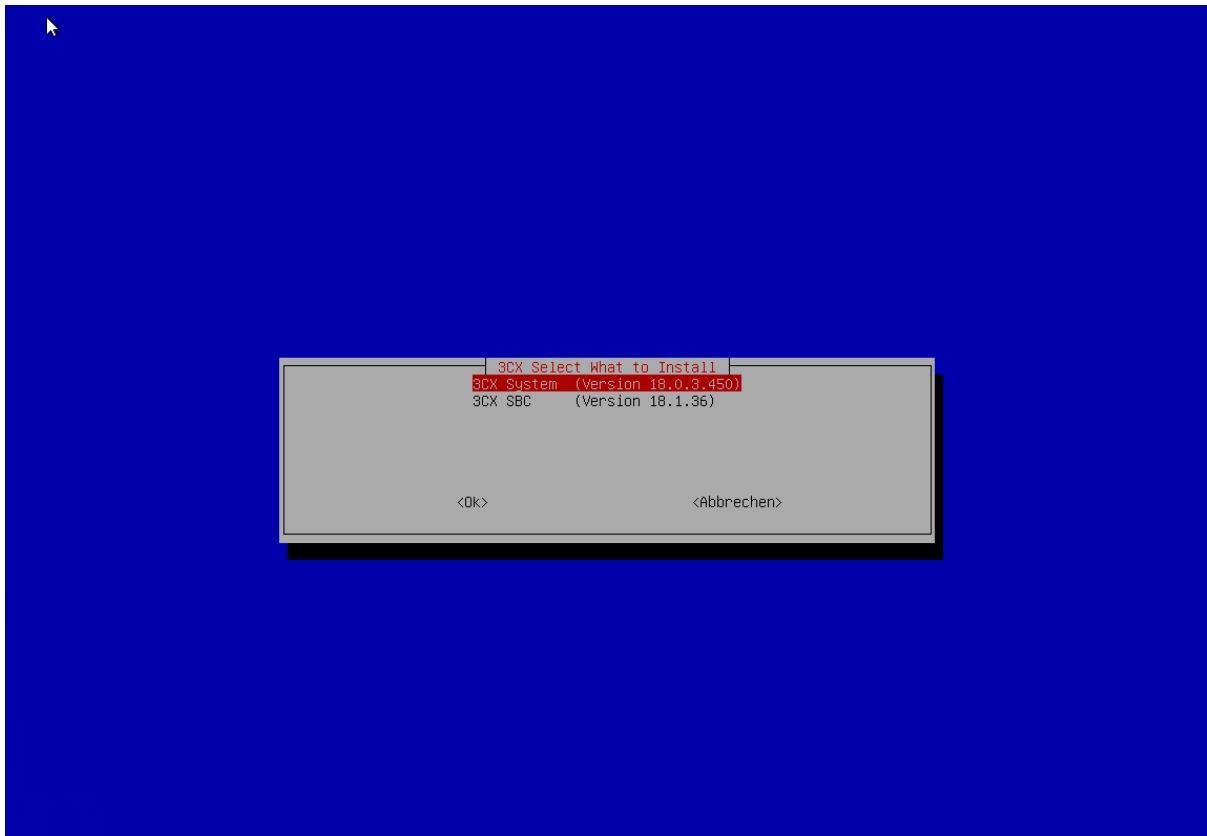


Abbildung 4: Auswahl der Installationsmöglichkeiten

Das automatisierte Setup bedarf jedoch einiges an Eingaben. Ich muss die Sprache und das Tastaturen Layout auswählen. Des Weiteren muss ich auswählen, dass die gesamte Festplatte für die Installation zur Verfügung steht und eine *Partition* erstellt wird. Während der Konfiguration des Netzwerkes wähle ich die Option *DHCP*.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Kurz darauf ist die gesamte Installation des Betriebssystems und der Software abgeschlossen. Die 3CX Software startet nach Abschluss der Installation eigenständig einen Web-Server und zeigt uns an, auf welcher *IP-Adresse* dieser zu erreichen ist. Dort beginnt dann die Einrichtung der 3CX Telefonanlage.

Über eine andere *VM* im selben Netzwerk, kann ich also nun über die *interne IP-Adresse* mit dem *Port 5015* auf den Web-Server der 3CX *VM* zugreifen. Bevor man die Einrichtung der 3CX startet, muss ein *Lizenzschlüssel* eingegeben werden. Als 3CX Händler sind wir in der Lage Test- und *PoC*-Keys zu beantragen. Nachdem ich diesen auf unserem 3CX Portal angefragt und eingetragen habe, ging es mit der Konfiguration der Administrator Kennwörter weiter. Diese Kennwörter werden in unserem *Passwortmanager* generiert und direkt eingespeichert. Als nächstes benötigt die 3CX Telefonanlage eine *öffentliche IP-Adresse*. Mit Hilfe der internen Dokumentation des Kunden, habe ich eine freie *öffentliche IP-Adresse* ausgesucht, die im Besitz des Kunden ist. Für die nächsten Schritte habe ich einen Kollegen der KLESYS GmbH hinzugezogen, um diese mit dem *4-Augen-Prinzipes* durchzuführen.

Mit Hilfe von *SNAT* wird die *öffentliche IP-Adresse* in eine *private IP-Adresse* übersetzt und weitergeleitet. Dazu wird in der *Firewall* eine Regel erstellt, die dafür verantwortlich ist. Während dieses Prozesses kommt es zur ersten Prozessstörung. Mein Kollege weist mich darauf hin, dass für die Regel sichergestellt sein muss, dass die *VM* immer unter derselben *IP-Adresse* erreichbar ist. Um dies sicherzustellen habe ich mich in der bestehenden Dokumentation des Kunden informiert, ob für ähnliche *VMs DHCP-Reservierungen* oder *statische IP-Adressen* genutzt werden, um einen gleichmäßigen Einrichtungsstandard beizubehalten. Es stellte sich heraus, dass primär mit *statischen IP-Adressen* gearbeitet wird. Dementsprechend habe ich mich erneut auf die *VM* aufgeschaltet, um die Konfiguration von *DHCP* auf eine *statische IP-Adresse* zu ändern. Dies stellte sich jedoch als ein wenig schwieriger heraus als erwartet. Durch die fehlende *GUI* dieser *Debian*-Installation muss die Einstellung über eine Kommandozeile gesetzt werden. Dafür muss ich die Dokumentation von *Debian* aufrufen, um nachzulesen, wo genau diese Einstellung gesetzt wird. Die *statische IP-Adresse* wird in der Datei `/etc/network/interfaces` gesetzt. Mit dem Befehl `cd` habe ich mich durch die entsprechenden Verzeichnisse bewegt. Daraufhin habe ich mit dem Texteditor `nano` die `interfaces` Datei geöffnet und die entsprechenden Werte gesetzt.

A screenshot of a terminal window showing the GNU nano 3.2 text editor editing the file /etc/network/interfaces. The terminal has a dark background with light green text. The file content includes comments about network interfaces, a source directive for /etc/network/interfaces.d/*, and configurations for the loopback interface 'lo' and the primary network interface 'eth0' with static IP settings (address, netmask, gateway).

```
GNU nano 3.2 interfaces

# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
iface eth0 inet static
address 10.10.10.1
netmask 255.255.255.0
gateway 10.10.10.1
```

Abbildung 5: Netzwerkeinstellungen der virtuellen Maschine

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Nach dem Speichern habe ich das Netzwerkinterface mit dem Befehl `ifup eth0` neugestartet. Zum Überprüfen ob alle Einstellungen übernommen worden sind, habe ich den Befehl `ip a` ausgeführt. Nachdem ich sichergestellt hatte das die *statische IP-Adresse* gesetzt worden ist, konnte ich die Einstellungen an der *Firewall*-Regel mit meinem Kollegen abschließen.

Nachdem die *öffentliche IP-Adresse* entsprechend geroutet und in der Installation angegeben wurde, ging es weiter mit den *Ports*. Damit die 3CX funktioniert müssen bestimmte *Ports* freigegeben werden. *Auch hier gibt 3CX eine detaillierte Dokumentation*, welche *Ports* genau geöffnet werden müssen. Da die entsprechenden Ports auf dieser *IP-Adresse* noch nicht vergeben waren, konnte ich die Einrichtung mit den Standard-*Ports* belassen. Nach einigen weiteren Grundeinstellungen wie Länge der Nebenstellen und Sprache der Mailbox ist die Installation und initiale Einrichtung der 3CX Telefonanlage abgeschlossen.

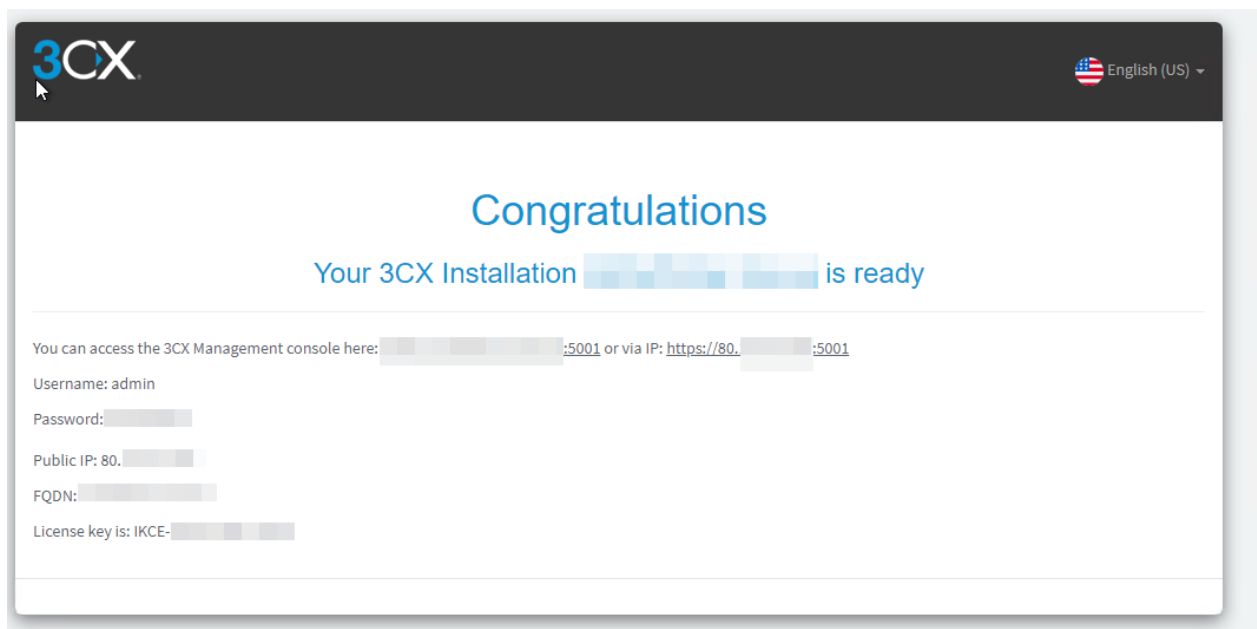


Abbildung 6: Erfolgreiche Einrichtung der 3CX Telefonanlage

Der nächste Schritt bestand daraus, denselben Prozess am *Hypervisor* des anderen Standortes durchzuführen. Jedoch gab es einige Punkte auf die man bei der Einrichtung der zweiten, oder passiven, 3CX-Anlage achten muss. Beide 3CX-Anlagen benötigen ihre eigene *öffentliche IP-Adresse*, denselben *FQDN*, gleiche geöffnete *Ports* sowie dasselbe Betriebssystem.

Die Einrichtung und Konfiguration der zweiten *VM* unterschied sich nicht von der Einrichtung der ersten. Jedoch wies ich dieses Mal direkt eine *statische IP-Adresse* zu und achtete darauf die oben genannten Voraussetzungen einzuhalten. Somit sind nun alle technischen Voraussetzungen erfüllt und die Einrichtung des Failovers kann beginnen.

3.2 Technische Umsetzung Teil 2

Die Funktionsweise und Einrichtung des Failovers sieht folgendermaßen aus:

Jede Nacht kreiert die aktive 3CX-Anlage ein Backup und speichert diese auf dem Backup Server ab. Die passive 3CX-Anlage spielt dieses erstellte Backup jede Nacht ein und stellt dieses im Failover-Mode

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



bereit. Dies sorgt dafür, dass Änderungen, welche an der aktiven 3CX-Anlage vorgenommen worden sind, auch zeitnah von der passiven 3CX-Anlage, ohne manuelles Eingreifen, übernommen werden. Da Änderungen an der Konfiguration der 3CX-Anlage sowie ein Ausfall der VM eher selten vorkommen, entschloss ich mich dazu, mich an dem Standardintervall des Backups zu orientieren.

Nun musste in den 3CX-Einstellungen beider Anlagen das Failover aktiviert werden. Hierbei war es wichtig zu beachten, der aktiven 3CX-Anlage auch den aktiven Status zuzuweisen. Die passive 3CX-Anlage bekam den passiven Status zugewiesen und die *öffentliche IP-Adresse* der aktiven 3CX-Anlage. Danach musste in der passiven 3CX-Anlage eingestellt werden, welche Dienste der aktiven 3CX-Anlage überwacht werden sollen. Da das Failover nur bei einem Totalen Ausfall eingreifen soll, wurden hier alle Tests aktiviert, sowie die Einstellung, dass nur wenn alle Tests fehlgeschlagen sind, die passive 3CX-Anlage ihren Status in aktiv ändern soll. Bei dem Intervall wurde sich auf eine Dauer von 60 Sekunden geeinigt, damit bei kurzzeitigen Ausfällen des Internet durch eine Leistungs Spitze o.Ä. nicht sofort das Failover greift.

The screenshot shows the 'Failover Options' configuration window. It includes a checkbox for 'Enable Failover', a dropdown for 'Select Failover Mode' set to 'Passive', a text field for 'IP address of ACTIVE server' containing '89.', a section for 'Failover Tests' with checkboxes for 'SIP Server', 'Webserver', and 'Media & Tunnel Server' all checked, a section for 'Failover Behavior' with a text field for 'Time interval between tests in seconds' and two radio buttons: 'Failover when all selected tests fail' (selected) and 'Failover when at least one of the selected tests fail'.

Abbildung 7: Failover-Einstellungen der passiven 3CX-Anlage

Die passive 3CX-Anlage testet nun also in 60 Sekunden Abständen, ob die ausgewählten Dienste auf der aktiven 3CX-Anlage aktiv und am Laufen sind. Sollten diese Tests fehlschlagen passiert folgendes:

Die passive 3CX-Anlage beginnt sofort in den Failover-Modus umzuschalten. Alle Dienste, welche im Rahmen der Energieverwaltung inaktiv waren, werden eingeschaltet. Danach sendet die passive 3CX-Anlage eine Nachricht zum *FQDN Manager* von 3CX. Dieser Verwaltet die *DNS-Einträge* alle 3CX-Telefonanlagen. Dort wird der *DNS-Eintrag* unseres *FQDN* auf die *öffentliche IP-Adresse* der passiven 3CX-Anlage umgeschrieben. Somit wird die passive 3CX-Telefonanlage nun in den aktiven Status versetzt.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System

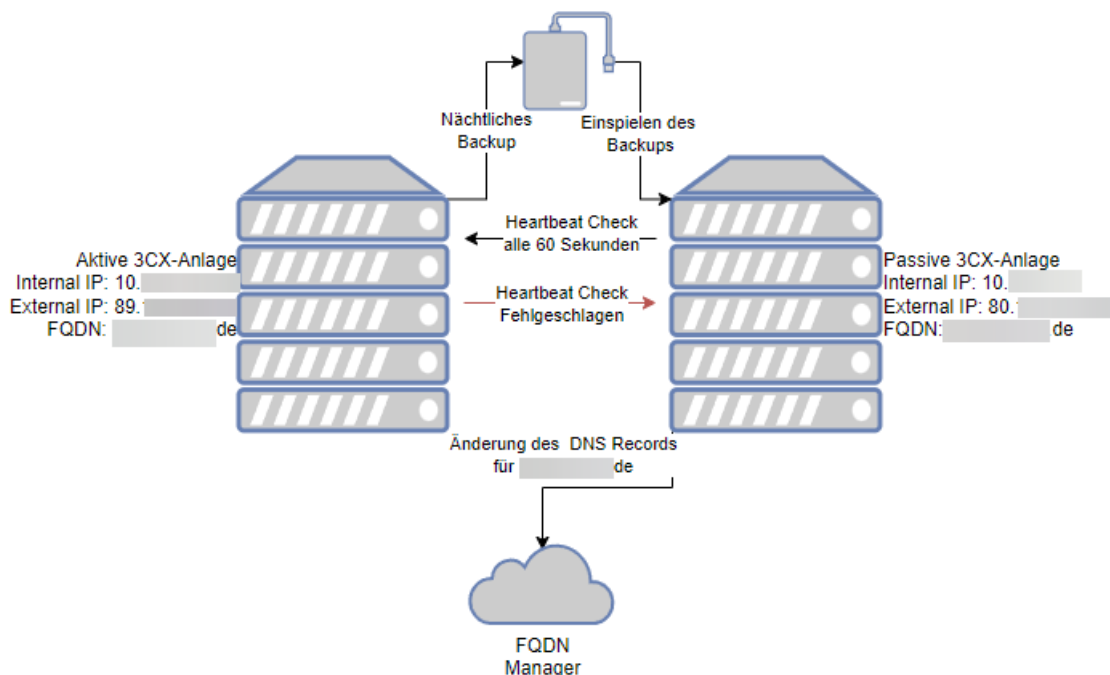


Abbildung 8: Funktionsweise des Failovers

Nachdem das Failover eingerichtet war, musste dieses nun entsprechend getestet werden. Hierzu wurde von mir ein Ausfall der aktiven 3CX Anlage simuliert. Um dies zu erreichen, wurde die **VM** der aktiven 3CX-Anlage ohne Vorbereitung heruntergefahren. Dies sollte den kompletten Prozess des Failovers aktivieren und den **DNS-Eintrag** ändern.

```
C:\Users\richter>nslookup [FQDN].de
Server: [DNS-Server].klesys.com
Address: 10.

Nicht autorisierende Antwort:
Name: [FQDN].de
Address: 89.

C:\Users\richter>nslookup [FQDN].de
Server: [DNS-Server].klesys.com
Address: 10.

Nicht autorisierende Antwort:
Name: [FQDN].de
Address: 80.

C:\Users\richter>
```

Abbildung 9: Auflösung des FQDN

Um den DNS-Eintrag für den FQDN vor dem Ausfall herauszufinden, habe ich den Befehl **nslookup** in der **Kommandozeile** von **Windows** genutzt. Dieser überprüft den entsprechenden Namensserver zu welcher IP-Adresse ein bestimmter **FQDN** aufgelöst wird. Somit ist folgendes Ergebnis nach dem Test zu erwarten: Vor dem Ausfall soll der **FQDN** auf die öffentliche IP-Adresse der aktiven 3CX-Anlage auflösen. Kurze Zeit nach dem Ausfall sollte der **FQDN** auf die **öffentliche IP-Adresse** der passiven 3CX-Anlage zeigen. Des Weiteren sollten die Dienste auf der passiven 3CX-Anlage gestartet worden sein. Abbildung 10 zeigt diesen Vorgang. Vor dem Ausfall löste der **DNS-Server** den **FQDN** auf die **öffentlichen IP-Adresse** mit der 89.

auf. Nach dem Ausfall wurde derselbe FQDN mit der **öffentlichen IP-Adresse** des passiven Servers, der 80., aufgelöst. Eine Überprüfung der Dienste auf dem nun aktiven 3CX-Server und ein Testanruf bestätigte die erfolgreiche Ausführung der Simulation.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Mit erfolgreichem Abschluss der Simulation konnte nun die Telefonanlage eingerichtet werden. Nach Vorbild der alten Telefonanlage wurden Warteschleifen rekonstruiert, Ansagen an den entsprechenden Rufweiterleitungen hinterlegt bis schlussendlich alle Funktionsweisen der alten Telefonanlage nachgestellt waren.

3.3 Abschließender Funktionstest und Abnahme aller Beteiligten

Nachdem die Einrichtung abgeschlossen war, wurde in einem gemeinsamen Termin mit meinem Ausbilder und dem IT-Abteilungsleiter des Kunden die komplette Funktionsweise der Telefonanlage vorgestellt. Dem Abteilungsleiter wurde die Funktionsweise des Failovers gezeigt und erklärt. Des Weiteren wurde besprochen, ob Nacharbeiten bezüglich der Rekonstruktion der alten Telefonanlage nötig sind. Der Abteilungsleiter des Kunden war vollumfänglich zufrieden mit der Projektumsetzung und gab einen Stichtag, an dem der Wechsel zu der neuen 3CX-Anlage passieren sollte. Als Nachfolgeprojekt bat der Abteilungsleiter noch um eine Anwender- und Administratorenschulung um Fehlbedienungen weitestgehend auszuschließen.

3.4 Umstellung auf die neue Telefonanlage zum Stichtag

Zum Stichtag wurde ein Ruhetag ausgewählt, da an einem solchen Tag die Anrufmenge am geringsten eingeschätzt wurde. Die Umschaltung sollte fliegend passieren. Aus diesem Grunde wurde erst ein Telefon einer Sekretärin auf die neue Telefonanlage eingestellt, damit sichergestellt wurde das auch nach der Umstellung direkt Anrufe angenommen werden konnten. Nachdem dies sichergestellt worden war, wurden alle *SIP-Trunks* auf die neue 3CX-Anlage umgezogen. Nachfolgend wurden innerhalb der nächsten Stunden alle Telefone an den Arbeitsplätzen mit der neuen Telefonanlage verbunden. Alle Mitarbeiter haben eine Kurzanleitung der 3CX-Anlage zugeschickt bekommen, unter anderem mit Einrichtungshinweisen für ihr *Softphone*. Die gesamte Umstellung verlief ohne Schwierigkeiten und war erfolgreich. Die Schulungen wurden als Nachfolgeprojekt von einem meiner Kollegen am nächsten Werktag durchgeführt.

4. Projektergebnisse

4.1 Soll-/Ist-Vergleich

Die Realisierung der neuen Telefonanlage wurde von mir vollständig und im gesetzten Zeitrahmen umgesetzt. Die gesamte Durchführung wurde im Rahmen des erweiterten Wasserfallmodells durchgeführt und keine Schritte mussten wiederholt werden. Alle Muss- und Kann-Kriterien des Kunden wurden erfüllt. Die Zeitplanung wurde größtenteils eingehalten. Differenzen und Abweichung sind in der folgenden Tabelle gelistet.

Durch die fehlerhafte Einrichtung der *IP-Adresse* bei der Technischen Umsetzung Teil 1 hat sich dort der Zeitrahmen ein wenig verschoben. Die Recherche über die richtigen *Debian* Befehle und Durchführen der

Soll-/Ist-Vergleich für die Zeitplanung			
Projektphase	Zeit (geplant)	Zeit(benötigt)	Differenz
Ist-Analyse	2 Stunden	2 Stunden	0 Stunden
Sollkonzept	4 Stunden	4 Stunden	0 Stunden
Technische Umsetzung Teil 1	5 Stunden	5,5 Stunden	+ 0,5 Stunden
Technische Umsetzung Teil 2	8 Stunden	7 Stunden	- 1 Stunde
Funktionstest und Abnahme	2,5 Stunden	3 Stunden	+ 0,5 Stunden
Umstellung	3,5 Stunden	3,5 Stunden	0 Stunden
Dokumentation	10 Stunden	10 Stunden	0 Stunden
Gesamtzeit	35 Stunden	35 Stunden	0 Stunden

Tabelle 4: Soll-/Ist-Vergleich

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Änderung hat insgesamt 0,5 Stunden länger gedauert als angedacht.

In der Technischen Umsetzung Teil 2 lief die Einrichtung des Failovers ohne Schwierigkeiten. Dies hatte zur Folge, dass die gesamte Einrichtung deutlich weniger Zeit in Anspruch genommen hat und ich somit 1 Stunde früher fertig war als vorgesehen.

Das gemeinsame Gespräch mit dem IT-Abteilungsleiter verlief ein wenig länger als im Zeitrahmen angedacht. Hier kam es zu einer positiven Differenz von 0,5 Stunden. Aufgrund dieser Differenz kam es zu einer Anpassung der tatsächlichen Kosten. Insgesamt wurden 13,47 € auf die Personalkosten zugerechnet und somit kam es zu einer Veränderung in den Projektgesamtkosten.

Projektgesamtkosten (angepasst)	
Einmalige Projektkosten	
Personalkosten	933,99 €
Gemeinkostenzuschlag	4,69 €
Laufende Kosten	
Lizenzkosten	695 €
Summe:	1.633,68 €

Tabelle 5: Projektgesamtkosten (angepasst)

4.2 Ausblick / Anforderungen

Da alle Forderungen des Kunden erfüllt worden sind und der Zeitrahmen eingehalten wurde, war das Projekt ein kompletter Erfolg. Durch die neue Stabilität, welche durch die 3CX-Telefonanlage gegeben wird, muss der Kunden nun mit keinen Einbußen in der Erreichbarkeit seiner rechnen. Die gesamte Telefonanlage ist einfach skalierbar und somit muss sich der Kunde keine Sorgen bei der Neuanstellung von Mitarbeitern machen. Durch die regelmäßigen Backups und die komplette Virtualisierung kann die Telefonanlage in kürzester Zeit wiederhergestellt werden.

4.3 Persönliches Fazit

Die Ausführung des gesamten Projektes war eine spannende und lehrreiche Erfahrung. Der Auftraggeber sowie alle weiteren Projektbeteiligten waren außerordentlich zufrieden mit der geleisteten Arbeit und haben sich noch einmal ausdrücklich für das Projektergebnis bedankt. Diese Erfahrung wird mir im Berufsleben helfen, ähnliche Projekte ohne größere Schwierigkeiten durchzuführen. Ich habe gelernt auftretende Probleme und Schwierigkeiten zu erkennen und entsprechend darauf zu reagieren, um diese eigenständig zu lösen. Vor allem habe ich gelernt, wie wichtig es ist, sich im Voraus eindeutig über die bereits bestehende Struktur des Kunden zu informieren. Mit dieser Erfahrung wird sich ein Fehler, wie er in diesem Projekt mit der *statischen IP-Adresse* passiert ist, nicht wiederholen.

Die Entscheidung, dass *4-Augen-Prinzip* frühzeitig und an einer kritischen Stelle des Projektes zu verwenden, hat sich als komplett richtig herausgestellt. Dadurch wurde der Fehler frühzeitig entdeckt und es kam zu keiner Wiederholung eines kompletten Schrittes im erweiterten Wasserfallmodell.

Des Weiteren war die Entscheidung, in der Zeitplanung der Technischen Umsetzung, etwas großzügiger zu sein, vorteilhaft für das gesamte Projekt. Eine punktgenaue Einschätzung der

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage
mit einem aktiv/passiv Failover System



Einrichtung von bisher unbekannten Prozessen, wie der Einrichtung des Failovers, erwies sich als schwierig. Jedoch konnte mit einer optimalen Vorbereitung und der Erstellung von Skizzen, der gesamte Prozess zügig durchgeführt und etwas Buffer Zeit geschaffen werden. Dies ergab die Möglichkeit, Prozessstörungen auszugleichen. Diese Erfahrung wird sich in der Zukunft erheblich auf die Erstellung von meinen Projektabläufen auswirken.

Insgesamt habe ich dieses Projekt mit einem sehr positiven Gefühl abgeschlossen.

5. Anhang

5.1 Glossar

Im folgenden Glossar werden die farblich markierten Fachbegriffe erklärt. Die Quellen für die Definitionen sind im Unterpunkt [5.2 Quellenverzeichnis](#) angegeben.

4-Augen-Prinzip	Das Vier-Augen-Prinzip ist eine Kontrollmethode, bei der mindestens zwei Personen einen Sachverhalt gemeinsam prüfen und eine gleichlautende Entscheidung treffen. Ziel ist es, im Vergabebereich das Risiko von Fehlern zu verringern.
Aktiv/Aktiv	In der Betriebsart Aktiv/Aktiv sind Anwendungen oder Ressourcen im Normalbetrieb auf allen Systemen simultan aktiv. Fällt eines der Systeme aus, laufen die anderen Systeme weiter und übernehmen die Aufgaben der ausgefallenen Systeme mit. Für den Außenstehenden ist keine Unterbrechung der Services feststellbar.
Aktiv/Passiv	In der Konstellation Aktiv/Passiv werden im Normalbetrieb Systeme mit der gleichen Konfiguration und Ausstattung wie die Produktivsysteme im Standby vorgehalten. Das aktive System wird auch als „Primärsystem“ und das passive System als „Standby-“ oder „Backup-System“ bezeichnet. Das Backup-System ist passiv und wird erst beim Ausfall eines aktiven Systems in Betrieb genommen. Nach der Aktivierung übernimmt es die Aufgaben des ausgefallenen Systems eins zu eins.
Cloud-Computing	Unter Cloud oder Cloud-Computing versteht man die internetbasierte Bereitstellung von Rechenleistung Speicherplatz oder Anwendungssoftware.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Debian	Debian ist ein gemeinschaftliches, frei entwickeltes Betriebssystem, welches auf der Basis eines Linux- oder FreeBSD-Kernel läuft
DHCP	DHCP steht für <i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> und beschreibt ein Verfahren, das <i>Clients</i> in einem Netzwerk automatisiert Konfigurationsdaten zuweist. Darunter fallen IP-Adressen, Netzwerkmasken und Time-Server.
DHCP-Reservierungen	Bei der DHCP-Reservierung wird auf dem DHCP-Server die MAC-Adresse der Netzwerkkarte hinterlegt, um ihr immer die gleichen Konfigurationsdaten zuzuweisen.
DNS-Einträge	DNS steht für <i>Domain Name System</i> und ist ein Protokoll zur Namensauflösung. Mithilfe eines DNS-Eintrages wird ein <i>FQDN</i> in eine IP-Adresse übersetzt.
DNS-Server	Auf dem DNS-Server befinden sich die <i>DNS-Einträge</i> . Auf diesem Server können Clients anfragen einen <i>FQDN</i> aufzulösen.
Firewalls	Eine Firewall ist ein Sicherungssystem, das ein Rechnernetz oder einen einzelnen Computer vor unerwünschten Netzwerkzugriffen schützt.
FQDN	Ein Fully-Qualified Domain Name gibt den vollständigen Domain-Namen eines Hosts oder einer Internetpräsenz an. Er beinhaltet alle Domain-Level inklusive Top Level Domain, eventueller Subdomains und dem Hostnamen. Der FQDN ist eindeutig und lässt sich über Resource Records eines Nameservers den zugehörigen IPv4- oder IPv6-Adressen zuordnen.
FQDN Manager	Der eigene <i>DNS-Server</i> von 3CX.
Gemeinkosten	Unter Gemeinkosten fallen alle Kosten, die sich nicht direkt einem Kostenträger zuweisen lassen.
Gemeinkostenzuschlagssatz	Hierbei handelt es sich um eine Methode die <i>Gemeinkosten</i> unterschiedlicher Kostenträger, prozentual darzustellen.
GUI	<i>Graphical User Interface</i> . Erlaubt es dem Nutzer über eine Grafische Oberfläche mit dem Gerät zu interagieren.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage
mit einem aktiv/passiv Failover System



Hochverfügbarkeit	Hochverfügbarkeit ist die Klassifizierung eines IT-Systems danach, inwiefern das System in der Lage ist, auch beim Ausfall einzelner Komponenten weiterhin reibungslos zu funktionieren beziehungsweise den Ausfall von Komponenten komplett zu kompensieren.
Hypervisor	Ein Hypervisor ist eine Software zur Virtualisierung von Rechnerressourcen. Er weist den verschiedenen virtuellen Instanzen Ressourcen wie CPU, RAM oder Festplattenspeicher zu. Der Hypervisor sorgt für die Trennung der virtuellen Systeme untereinander und erlaubt den parallelen Betrieb mehrerer unterschiedlicher Betriebssysteme auf demselben Rechner.
Interne IP-Adresse	Eine interne IP-Adresse wird nur innerhalb eines Netzwerkes genutzt. Sie wird normalerweise vom <i>DHCP-Server</i> vergeben.
ISO-Datei	Eine ISO-Datei ist das Abbild einer CD oder DVD. Diese wird häufig für Installationen für Betriebssysteme genutzt.
IT-Security	IT-Sicherheit ist eine Reihe von Cybersicherheitsstrategien, die den unbefugten Zugriff auf Unternehmensressourcen wie Computer, Netzwerke und Daten verhindern. Sie bewahrt die Integrität und Vertraulichkeit sensibler Informationen und blockiert den Zugang raffinierter Hacker.
Kommandozeile	In einer Kommandozeile wird rein via Texteingaben mit dem Gerät interagiert.
Linux	Linux wird häufig als Sammelbegriff für freie Betriebssysteme mit frei zugänglichem Quellcode genutzt.
Lizenzschlüssel	Mit einem Lizenzschlüssel wird die Nutzung einer Software autorisiert. Kann in verschiedenen Formen erscheinen e.g Datei, Zeichen- und Zahlencodes.
Load Balancing	Im deutschen Lastenverteilung. Wird dazu genutzt aufkommende Arbeitslast gleichmäßig auf Systeme zu verteilen.
Managed-Service	Ist die Bereitstellung von IT-Dienstleistungen bei der die Verantwortung für die

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



	Bereitstellung vom Anbieter übernommen wird.
Microsoft Azure	Microsoft Azure ist das <i>Cloud-Computing</i> Produkt von Microsoft.
Microsoft Windows	Microsoft Windows ist das Betriebssystem von Microsoft.
On-Premise	On-Premise beschreibt das Betreiben von Anwendungen auf eigener Hardware, meist an den eigenen Standorten.
Partitionen	Eine Partition ist ein logisch abgetrennter Teil einer Festplatte.
Passwortmanager	Ein Password Manager ist zur Verwaltung und Speicher von Kennwörtern zuständig.
PoC	Bedeutet ausgeschrieben Proof-Of-Concept . Wird genutzt, um zu beweisen das ein Zustand praktisch durchführbar ist.
Port	Ein Port ist ein virtueller Punkt, an dem Netzwerkverbindungen beginnen und enden. Ports sind softwarebasiert und werden vom Betriebssystem eines Computers verwaltet. Jeder Port ist mit einem bestimmten Prozess oder Dienst verbunden. Ports ermöglichen es Computern, leicht zwischen verschiedenen Arten von Datenverkehr zu unterscheiden.
Private IP-Adresse	Synonym zu <i>Interner IP-Adresse</i> .
Redundanz	Redundanz ist das zusätzliche Vorhandensein funktional gleicher oder vergleichbarer Ressourcen eines technischen Systems, wenn diese bei einem störungsfreien Betrieb im Normalfall nicht benötigt werden.
SBC	Der Session Border Controller (SBC) ist ein Software-Service, der in einem lokalen Netzwerk installiert wird und die einfache Verbindung von IP-Telefonen mit einer 3CX-Instanz in der Cloud ermöglicht, die entweder in einer privaten Cloud oder von 3CX gehostet wird.
Single Point Of Failure	Unter einem Single Point of Failure versteht man einen Bestandteil eines technischen Systems, dessen Ausfall den Ausfall des gesamten Systems nach sich zieht.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



SIP-Trunks	Bei einem SIP-Trunk handelt es sich um eine Art Telefonanschluss auf Basis einer Datenleitung. Das Netzprotokoll SIP (Session Initiation Protocol) sorgt hierbei für den Auf- und Abbau der Kommunikationssitzungen und der Trunk bezeichnet die Bündelung der Daten an einem Gerät oder einem Punkt.
SLA	S ervice L evel A greement bezeichnet eine Vereinbarung zwischen Anbieter und Kunde und dient der Qualitätssicherung. In dieser Vereinbarung werden die genauen Leistungseigenschaften und Gütestufen (<i>Service Levels</i>) des Produktes bzw. der Dienstleistung festgelegt und versucht die Leistung auf diesem Wege zu objektivieren.
SNAT	S ource N etwork A ddress T ranslation. Wenn ein Computer ein Datenpaket sendet, wird die öffentliche IP-Adresse in die private des Routers übersetzt.
Softphones	Beim Softphone handelt es sich um eine Software, die auf einem beliebigen Internet- bzw. IP-fähigen Endgerät installiert werden kann und so die Funktion eines Telefons bereitstellt.
Statische IP-Adressen	Eine statische IP-Adresse ist eine fest zugewiesene IP-Adresse für ein Gerät.
Virtuelle Maschine	Eine Virtuelle Maschine (VM) ist ein virtuelles Computersystem, das auf einem Host-System/ <i>Hypervisor</i> ausgeführt wird. Es lassen sich mehrere voneinander isolierte VMs auf einem Host-System parallel betreiben.
Virtualisierung	Virtualisierung bezeichnet Computertechnologie zur Simulation der Funktionen von physischer Hardware, um Software-basierte IT-Services wie Anwendungen, Server, Speicher und Netzwerke bereitzustellen.
VPN-Tunnel	Der VPN-Tunnel ist eine logische Verbindung zwischen beliebigen Endpunkten. Meist sind das VPN-Clients, VPN-Server und VPN-Gateways. Man nennt diese virtuellen Verbindungen Tunnel, weil der eigentliche

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage
mit einem aktiv/passiv Failover System



	Inhalt der Datenpakete für andere nicht sichtbar ist.
Öffentliche IP-Adresse	Auf eine <i>öffentliche</i> IP-Adresse kann direkt über das Internet zugegriffen werden, und sie wird Ihrem Netzwerkrouter von Ihrem Internetdienstanbieter zugewiesen.

5.2 Quellenverzeichnis

<https://www.evergabe.de/glossar/vier-angen-prinzip/>

<https://www.storage-insider.de/was-sind-activeactive-und-activepassive-a-926889/>

<https://www.ip-insider.de/was-ist-fqdn-fully-qualified-domain-name-a-1035458/>

<https://www.next-kraftwerke.de/wissen/hochverfuegbarkeit>

<https://www.storage-insider.de/was-ist-ein-hypervisor-a-842084/>

<https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-it-security.html>

<https://www.cloudflare.com/learning/network-layer/what-is-a-computer-port/>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Redundanz_\(Technik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Redundanz_(Technik))

<https://www.placetel.de/blog/sip-trunk>

<http://www.softselect.de/business-software-glossar/sla>

<https://www.3cx.de/voip-sip/nat/>

<https://www.3cx.de/voip-sip/was-ist-ein-softphone/>

<https://www.citrix.com/de-de/solutions/vdi-and-daas/what-is-virtualization.html>

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/1410141.htm>

<https://www.avast.com/de-de/c-ip-address-public-vs-private>

(Stand aller Links: 25.03.2022)

5.3 Berechnung der Lohnkosten

Im Folgenden wird die Berechnung der Lohnkosten genau aufgeschlüsselt. Aus Datenschutzgründen verwende ich hier Beispieldaten aus dem Internet.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage
mit einem aktiv/passiv Failover System



Durchschnittliches Monatseinkommen der Festangestellten laut Lohnspiegel.de			
	Monatseinkommen nach Betriebsgröße	Monatseinkommen nach Berufserfahrung	Monatseinkommen Mittelwert
Systemadministrator (unter 5 Jahren Berufserfahrung)	2.784 € (Unter 100 Mitarbeiter)	2.546 €	2.665 €
Systemadministrator (10 -19 Jahre Berufserfahrung)	2.784 € (Unter 100 Mitarbeiter)	3.268 €	3.026 €
Durchschnittliches Monatseinkommen Auszubildender laut AZUBIYO.de			
	1. Ausbildungsjahr	2. Ausbildungsjahr	3. Ausbildungsjahr
Fachinformatiker Fachrichtung Systemintegration	910 €	975 €	1.063 €

Tabelle 6: Monatseinkommen

Quelle:

[Microsoft Word - 2009 IT-Systemadministrator 38 STUNDEN 2009-08-24.doc \(boeckler.de\)](#)

[ta_lohnspiegel_2017_41_buerokaufleute.pdf \(boeckler.de\)](#)

[Fachinformatiker/in Systemintegration – Gehalt & Verdienst | AZUBIYO](#)

Der folgende Schritt beinhaltet die Lohnkosten inklusive der Lohnnebenkosten für den Arbeitgeber. Aus Datenschutzgründen fließt in die Gesamtbelastung für den Arbeitgeber nur der gesetzliche Anteil (Sozialabgaben) ein.

Bei der Berechnung wurden folgende Voraussetzungen angenommen:

- Steuerklasse: 1
- Kirche: Ja
- Bundesland: NRW
- Kinder: Nein
- Krankenversicherung: gesetzlich pflichtversichert
- Krankenversicherungs-Zusatzbeitrag: 1,1 %
- Rentenversicherung: gesetzlich pflichtversichert
- Arbeitslosenversicherung: gesetzlich pflichtversichert
- Die Beiträge zur gesetzlichen Unfallversicherung wurden von der Buchhaltung vorgegeben und sind aus Datenschutzgründen Vergleichswerte

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage
mit einem aktiv/passiv Failover System



Lohnkosten Systemadministrator (unter 5 Jahren Berufserfahrung)	
Bruttolohn des Arbeitnehmers	2.665,00 €
Steuerbelastung Arbeitnehmer	
Solidaritätszuschlag	18,29 €
Kirchensteuer	29,93 €
Lohnsteuer	332,66 €
Summe der Steuern Arbeitnehmer	380,88 €
Sozialabgaben Arbeitnehmer	
Rentenversicherung	247,85 €
Arbeitslosenversicherung	33,31 €
Krankenversicherung	209,20 €
Pflegeversicherung	47,30 €
Summe der Sozialabgaben Arbeitnehmer	537,66 €
Nettoeinkommen Arbeitnehmer	1.746,46 €
Sozialabgaben Arbeitgeber	
Rentenversicherung	247,85 €
Arbeitslosenversicherung	33,31 €
Krankenversicherung	209,20 €
Pflegeversicherung	40,64 €
Unfallversicherung	3,64 €
Summe der Sozialabgaben Arbeitgeber	534,64 €
Gesamtbelastung Arbeitgeber	3.199,64 €

Tabelle 7: Lohnkosten Systemadministrator (unter 5 Jahren Berufserfahrung)

Lohnkosten Systemadministrator (10-19 Jahre Berufserfahrung)	
Bruttolohn des Arbeitnehmers	3.026,00 €
Steuerbelastung Arbeitnehmer	
Solidaritätszuschlag	23,22 €
Kirchensteuer	38,83 €
Lohnsteuer	422,33 €
Summe der Steuern Arbeitnehmer	483,55 €
Sozialabgaben Arbeitnehmer	
Rentenversicherung	281,42 €
Arbeitslosenversicherung	37,83 €
Krankenversicherung	237,54 €
Pflegeversicherung	53,71 €
Summe der Sozialabgaben Arbeitnehmer	610,50 €
Nettoeinkommen Arbeitnehmer	1.931,50 €
Sozialabgaben Arbeitgeber	
Rentenversicherung	281,42 €
Arbeitslosenversicherung	37,83 €
Krankenversicherung	237,54 €
Pflegeversicherung	46,15 €
Unfallversicherung	7,69 €
Summe der Sozialabgaben Arbeitgeber	610,62 €
Gesamtbelastung Arbeitgeber	3.636,62 €

Tabelle 8: Lohnkosten Systemadministrator (10-19 Jahre Berufserfahrung)

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Lohnkosten Auszubildender (3. Lehrjahr)	
Bruttolohn des Arbeitnehmers	1.063,00 €
Steuerbelastung Arbeitnehmer	
Solidaritätszuschlag	-
Kirchensteuer	0,11 €
Lohnsteuer	1,33 €
Summe der Steuern Arbeitnehmer	1,44 €
Sozialabgaben Arbeitnehmer	
Rentenversicherung	98,86 €
Arbeitslosenversicherung	13,29 €
Krankenversicherung	83,45 €
Pflegeversicherung	18,87 €
Summe der Sozialabgaben Arbeitnehmer	214,46 €
Nettoeinkommen Arbeitnehmer	847,10 €
Sozialabgaben Arbeitgeber	
Rentenversicherung	98,86 €
Arbeitslosenversicherung	13,29 €
Krankenversicherung	83,45 €
Pflegeversicherung	16,21 €
Unfallversicherung	1,19 €
Summe der Sozialabgaben Arbeitgeber	212,99 €
Gesamtbelastung Arbeitgeber	1.275,99 €

Tabelle 9: Lohnkosten Auszubildender (3. Lehrjahr)

Stundenermittlung			
Azubi		Festangestellte	
Arbeitstage NRW:	252	Arbeitstage NRW:	252
Urlaubstage:	-29	Urlaubstage:	-29
Krankheitstage:	-20	Krankheitstage:	-20
Berufsschule:	-60		
Verbleibende Arbeitstage:	143	Verbleibende Arbeitstage:	203
Arbeitstage pro Monat:	11,91	Arbeitstage pro Monat:	16,91
Stunden pro Monat:	95	Stunden pro Monat:	135

Tabelle 10: Stundenermittlung

Quelle Arbeitstage NRW: [Arbeitstage 2022 Nordrhein-Westfalen \(schulferien.org\)](https://schulferien.org/)

Quelle Krankheitstage NRW (gerundet auf ganze Tage): [So häufig sind Beschäftigte in Deutschland krank - DER SPIEGEL](#)

Quelle Urlaubstage (gerundet auf ganze Tage): [Deutsche haben im Schnitt 28,9 Tage Urlaub im Jahr \(faz.net\)](https://www.faz.net/)

Im letzten Schritt werden die Lohnkosten pro Stunde ermittelt, mit denen in der Dokumentation gerechnet wird.

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage mit einem aktiv/passiv Failover System



Ermittlung der Lohnkosten (inkl. Lohnnebenkosten) pro Stunde			
	Lohnkosten pro Monat	Stunden pro Monat	Lohnkosten pro Stunde
Systemadministrator (unter 5 Jahren Berufserfahrung)	3.199,64 €	135	23,70 €
Systemadministrator (10-19 Jahre Berufserfahrung)	3.636,62 €	135	26,93 €
Auszubildender (3. Lehrjahr)	1.275,99 €	95	13,43 €

Tabelle 11: Ermittlung der Lohnkosten

5.4 Projektablauf

Der Projektablauf wurde folgendermaßen geplant:

- Ist-Analyse (2 Stunden)
 - o Sichtung der abzulösenden Systeme
 - o Ermittlung von bestehenden Prozessen rund um die Telefonanlage
 - o Absprache der relevanten Projektbeteiligten
 - o Kostenvergleich und Entscheidung der Konstellation der Telefonanlage
- Sollkonzept ermitteln (4 Stunden)
 - o Festlegung des zukünftigen Anrufprozesses (Warteschleifen/Anrufweiterleitungen)
 - o Erstellung des Anwendungskonzeptes
- Technische Umsetzung Teil 1: Installation der Telefonanlage (5 Stunden)
 - o Aufsetzen neuer virtueller Maschinen
 - o Einrichtung der Maschinen zur Vorbereitung der Installation
 - o Installation der 3CX Telefonanlage
- Technische Umsetzung Teil 2: Einrichten und Testen der Telefonanlage (8 Stunden)
 - o Einrichten der Telefonanlage
 - o Einrichten und Testen des Failovers
- Abschließender Funktionstest und Abnahme aller Beteiligten (2,5 Stunden)
 - o Funktionstest der Prozesse rund um die neue Telefonanlage
 - o Abnahme aller Projektbeteiligten
 - o Nacharbeiten bei auffallenden Problematiken
- Erstellung der Dokumentation (10 Stunden)
- Umstellung auf die neue Telefonanlage zum Stichtag (3,5 Stunden)

5.5 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Skizze der alten TK-Anlage.....	5
Abbildung 2: Skizze der neuen TK-Anlage.....	6
Abbildung 3: Wasserfallmodell:.....	8
Abbildung 4: Auswahl der Installationsmöglichkeiten.....	10
Abbildung 5: Netzwerkeinstellungen der virtuellen Maschine	11
Abbildung 6: Erfolgreiche Einrichtung der 3CX Telefonanlage	12
Abbildung 7: Failover-Einstellungen der passiven 3CX-Anlage.....	13
Abbildung 8: Funktionsweise des Failovers	14
Abbildung 9: Auflösung des FQDN.....	14

Projektarbeit

Erstellung und Einrichtung einer redundanten 3CX Telefonanlage
mit einem aktiv/passiv Failover System



Tabelle 1: Nutzwertanalyse	7
Tabelle 2: Personalkostenplanung.....	9
Tabelle 3: Projektgesamtkosten	9
Tabelle 4: Soll-/Ist-Vergleich	15
Tabelle 5: Projektgesamtkosten (angepasst).....	16
Tabelle 6: Monatseinkommen	23
Tabelle 7: Lohnkosten Systemadministrator (unter 5 Jahren Berufserfahrung)	24
Tabelle 8: Lohnkosten Systemadministrator (10-19 Jahre Berufserfahrung).....	24
Tabelle 9: Lohnkosten Auszubildender (3. Lehrjahr)	25
Tabelle 10: Stundenermittlung	25
Tabelle 11: Ermittlung der Lohnkosten.....	26