



Die Schule der Technik

## Virtualized Enterprise Network and Services

---

07.09.2018

**4AKELN**

### Projektteam:

- Reza Yazdi Souderjani (Hauptverantwortlich)
- Sanaz Khoshnood
- Irma Boric

Stellvertreter : Dipl. -Ing G.Vitovec

Version : 2.0

Status: Freigegeben

## INHALT

ÜBERBLICK .....	7
Abstract.....	7
Eigenständigkeitserklärung .....	8
Pflichtenheft .....	8
1.VIRTUALISATION .....	11
1.1 Hypervisor.....	11
1.1.1 VMWARE EXSI .....	12
1.1.2 Installation Anforderungen.....	12
1.1.3 Installation.....	12
1.2. Cisco Virtual Internet Routing Lab (VIRL) <sup>[1]</sup> .....	19
1.2.1 Installation von VIRL.....	20
1.2.2 Create and Configure Virtual Networks.....	20
1.2.3 Deploy VIRL OVA.....	20
1.2.4 Activate VIRL .....	24
1.2.4.1 VIRL Web Interface.....	24
1.2.4.2 RSA-PRIVATE-KEY <sup>[2]</sup> .....	25
1.2.5 VM Maestro .....	26
1.2.5.1 Installation VM Maestro.....	26
1.2.6 Topology .....	27
1.2.6.1 IPv6 <sup>[3]</sup> .....	27
1.2.6.2 Routing Protocols .....	28
1.2.6.2.1 Open Shortest path first (OSPF).....	28
1.2.6.2.2 Border Gateway Protocol (BGP).....	29
1.2.6.2.3 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) .....	29

1.2.7 Ergebnis.....	30
1.2.7.1 Router IOSv 1 .....	30
1.2.7.2 Router IOSv 2 .....	40
1.2.7.3 Router IOSv 3 .....	50
1.2.7.4 Router IOSv 4 .....	61
1.2.7.5 Router IOSv-5.....	70
1.2.7.6 Router IOSv-6.....	80
1.2.7.7 Router IOSv-7.....	90
1.2.7.8 Router IOSv-8.....	98
1.2.7.9 Switsch IOSvI2-1.....	107
1.2.7.10 Server-1.....	113
1.2.7.11 Server-2.....	116
1.2.7.12 Server-3.....	119
1.2.7.13 Server-4.....	122
2. HARDWARE IMPLEMENTATION .....	125
2.1. Routers & Interfaces .....	125
2.1.2. Arbeitsweise .....	125
2.1.3 IPv4-Adressen:.....	126
2.1.3.1 Struktur im IPv4-Adressraum:.....	126
2.1.3.2 IPv4-Netzklassen:.....	127
2.1.3.3IPv4-Konfiguration:.....	128
2.1.4 IPv6-Adressen:.....	129
2.1.5 Routing.....	130
2.1.5.1 Routing-Tabelle .....	130
2.1.5.2 Routing-Protokolle für dynamisches Routing.....	130
2.1.5.3 Parameter und Kriterien für Routing:.....	131
2.1.5.4 OSPF – Open Shortest Path First.....	131

2.1.5.1 Vorteile gegenüber RIP (Routing Information Protocol).....	132
2.1.5.2 Aufbau des OSPF-Headers .....	132
2.1.5.3 Warum ist Routing notwendig? .....	133
2.1.5.4 IP-Routing-Algorithmus.....	133
2.1.6 Backbone Area .....	134
2.2. Implementierung.....	136
2.2.1.Topologie.....	136
2.2.2. Interface Konfiguration .....	137
2.2.3. Ergebnis .....	138
2.2.3.1. Router SIR1 .....	138
2.2.3.2. Router SIR2 .....	156
2.2.3.3 Router SIR3 .....	171
2.2.3.4 Router SIR4 .....	189
3.NETZWERK ADDRESS TRANSLATION.....	208
3.1. Network Address Translation.....	208
3.1.2.Warum NAT? .....	209
3.1.3.I Pv6 und NAT: .....	209
3.1.4.SNAT - Source Network Address Translation:.....	210
3.1.5.DNAT - Destination Network Address Translation (Port-Forwarding):.....	212
3.1.6 Ergebnis .....	212
4. AAA-AUTHENTICATION.....	213
4.1.AAA-Authentication via Radius server.....	213
4.1.2 Was ist RADIUS .....	213
4.1.3 RADIUS-Konfigurationsaufgabenliste .....	215
5.Quality of Service.....	216
5.1.1 Was ist Quality of Service? .....	216
5.1.2 Über QoS-Architektur.....	216

5.2.1 Verwendete Kommandos R3 :.....	217
5.2.2 Ergebnis (R3):.....	220
5.2.2 Ergebnis (R1):.....	221
6.Network Monitoring.....	221
6.1.SNMP Implementierung .....	221
6.2.Ergebnis.....	222
6.3.SNMP V3 Implementierung .....	223
7.Network Security.....	224
7.1.Console and line vty Passwords & Encryption .....	226
7.1.1.Virtual Teletype (vty) .....	226
7.1.2.Console Port (cty) .....	227
7.2. Implementierung .....	227
7.2.1. Ergebnis .....	227
7.3. Banner & MOTD .....	228
7.3.1. Login Banner Implementierung .....	229
7.3.1.1. Ergebnis.....	229
7.3.2. MOTD – Message of the Day Implementierung.....	230
7.3.3. Ergebnis .....	230
8. Login Enhancements.....	231
8.1. Role-Based CLI Access and Privileges.....	231
9. HTML, PHP, RDBMS.....	232
9.1. Einführung.....	232
2.2. Zielbestimmung .....	234
2.3.Dynamische Webseiten.....	234
2.3.1. FRONT-END und BACK-END Entwicklung.....	235
2.3.1.1. Front-End-Entwicklung .....	235
2.3.1.2. Back-End-Entwicklung .....	236

2.4. Website Entwicklungsumgebung.....	236
2.4.1. Apache Webserver.....	237
9.4.2. HTML .....	237
9.4.2.1.Die Grundstruktur des HTML Dokuments .....	238
9.4.2.2. HTML-Versionen .....	238
9.4.3. CASCADING STYLE SHEETS(CSS) .....	239
9.4.4. PHP.....	241
9.4.4.1. Was ist PHP? .....	241
9.4.4.3. PHP SYNTAX .....	241
9.5 MYSQL Datenbank.....	242
9.6. XAMPP .....	243
9.7. PHPMYADMIN.....	243
9.7.1. Funktionen .....	244
10.Implementation .....	245
10.1.Die Kernfunktionalität .....	245
10.1.1.Loginsystem .....	245
10.1.2. CMS.....	247
10.2. Datenbank Erstellung .....	251
10.2.1. Tabelle „roles“ .....	252
10.2.2. Tabelle “tasks” .....	253
10.2.3 Tabelle “users” .....	253
10.3 HTML .....	254
10.4. CSS.....	255
10.5 PHP Kodierung.....	264
10.5.1 MYSQL Connection .....	264
10.5.2 Login.....	265
11.RASPBERRY PI 3 .....	266

11.1. RaspbianOS.....	266
11.2. APACHE2 WEB Server.....	266
GLOSSAR .....	292
Sources and bibliography .....	293

# ÜBERBLICK

## Abstract .

Das Ziel des Projektes ist eine Enterprise-level Netzwerk zu errichten, bestehen aus 3 Stationen, zu planen, zu aufzubauen, zu konfigurieren und zu testen. Insbesondere sollen die Server Dienste wie Web Services, Datenbank und System Management implementiert werden.

Die einzelnen Server Dienste sollen mit aktuelle Technologie konfiguriert werden.

Netzwerk Struktur besteht aus 3 bereichen welchen 2 davon mit einem aktuellen Virtualisierungstechnology (Virl bzw. GNS3) realisiert werden

The goal of the project is to build an enterprise-level network consisting of 3 stations, to plan, build, configure and test. In particular, server services such as web services, database and system management are to be implemented.

The individual server services should be configured with the latest technology.

Network structure consists of 3 areas which 2 of them are realized with a current virtualization technology (Virl & GNS3).

## Eigenständigkeitserklärung

Wir versichern, dass wir diese Diplomarbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Reza yazdi Souderjani .....

Sanaz Khoshnood .....

Irma Boric .....

## Pflichtenheft

**Schule**

Technologisches Gewerbemuseum Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt WIEN  
(20)

**Abteilung**

Hauptverantwortlich: Elektronik

**AV**

Hauptverantwortlich: Bernhard Wess

**Abschließende Prüfung**

2019

**Betreuer/innen**

Hauptverantwortlich: Dipl. -Ing Gerhard Vitovec

Andere: Dr. Johannes Moitzi

**Ausgangslage**

Enterprise Netze bestehen aus so unterschiedlichen Technologien wie z.B. Routing, Switching, Security, QoS, Management, Datenbanken, Web, usw.

Weiters ist es Ziel jedes größeren Firmennetzes, dass eine End-to-End Connectivity unabhängig von der Applikation gewährleistet ist.

**Projektteam (Arbeitsaufwand)**

Name	Individuelle Themenstellung	Klasse	Arbeitsaufwand
Reza Yazdi Souderjani <b>(Hauptverantwortlich)</b>	VIRL Virtualization Technology	4AKELN	180 Stunden
Irma Boric	Network Services and Security	4AKELN	180 Stunden
Sanaz Khoshnood	Quality of Service and Hardware Implementation	4AKELN	180 Stunden

**Untersuchungsanliegen der individuellen Themenstellungen**

Unter Verwendung von verschiedenen aktuellen Simulationstechnologien sowie neuester Hardware soll ein Enterprisenetzwerk

errichtet werden. Verschiedene Enterprise-Services wie Systemsmanagement, RDBMS, WWW , etc sollen implementiert und optimiert werden.

Eine firmenspezifische End to End Connectivity soll mit geeigneten Quality of Service (QoS) Instrumenten gewährleistet werden.

### **Zielsetzung**

Aktuelle Virtualisierungstechniken erlauben die Realisierung eines Enterprisenetzwerkes in verschiedenen Testszenarien.

Neueste Hardware zur Sicherung der Connectivity sowie Enterprise-Services und neueste Maßnahmen zur Implementierung von

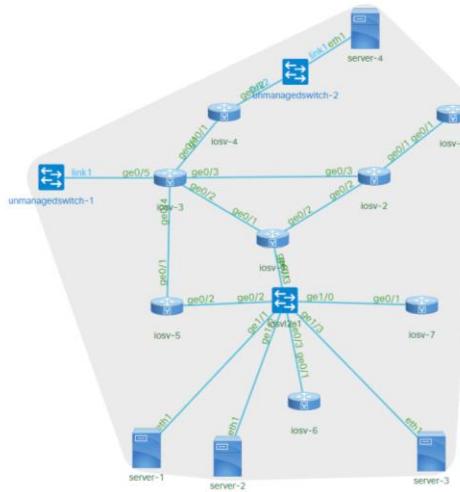
Quality of Service (QoS) sollen optimale Netzwerkservices sicherstellen.

### **Meilesteine**

1. 29.09.2017 Installation der Cloudsysteme und der HW
2. 07.11.2017 Design und Realisierung des Enterprise-Networks
3. 09.01.2018 Konfiguration der einzelnen Komponenten
4. 06.04.2018 Ermitteln der optimalen Konfigurationparameter
5. 19.05.2018 Test, Bewertung und Fehleranalyse

# 1. VIRTUALISATION

Netzwerkvirtualisierung ist die effiziente Nutzung von Netzwerkressourcen durch logische Segmentierung eines einzelnen physikalischen Netzwerks. Ein Beispiel für mehrere logische Netzwerke über eine gemeinsame Infrastruktur können unterschiedliche Organisationseinheiten oder Abteilungen in einem einzigen unternehmensweiten Netzwerk sein.



Mit Hilfe der Virtualisierungstechnologie, nehmen Unternehmen Schritte, um ihre Infrastruktur und Carbon Footprints durch die Konsolidierung ihrer bestehenden physischen Server in VMs zu schrumpfen, die auf eine höhere Dichte Hardware gehostet werden Dutzende von CPUs und Hunderte von Gigabyte und Terabyte RAM und Plattenspeicher unterstützen.

## 1.1 Hypervisor

Ein Hypervisor ist ein Prozess, der das Betriebssystem und die Anwendungen eines Computers von der zugrunde liegenden physischen Hardware trennt. Normalerweise als Software, obwohl eingebettete Hypervisoren für Dinge wie mobile Geräte erstellt werden können.

Der Hypervisor steuert das Konzept der Virtualisierung, indem der physische Hostcomputer mehrere virtuelle Maschinen als Gäste betreiben kann, um die effektive Nutzung von Computer Ressourcen wie Speicher, Netzwerk Bandbreite und CPU-Zyklen zu maximieren.

## 1.1.1 VMWARE EXSI



Während viele Lösungen verfügbar sind, um die Virtualisierung mehrerer Systeme zu ermöglichen, ist der VMware-Hypervisor, bekannt als vSphere, wohl der Industriestandard für das Hosting und die Verwaltung von VMs in einem zentralisierten, kosteneffektiven Modell für Unternehmen jeder Größenordnung.

VMware ESXi (ehemals ESX) ist ein Hypervisor der Enterprise-Klasse, Typ 1, der von VMware zum Bereitstellen und Bereitstellen virtueller Computer entwickelt wurde. Als Typ-1-Hypervisor ist ESXi keine Softwareanwendung, die auf einem Betriebssystem (Betriebssystem) installiert ist. Stattdessen enthält und integriert es wichtige Betriebssystemkomponenten wie einen Kernel.

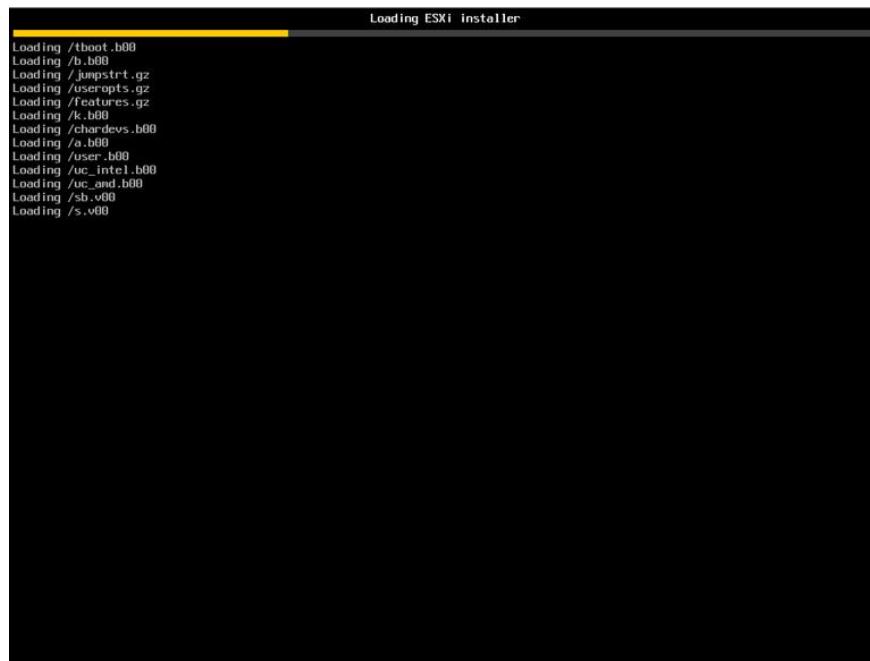
## 1.1.2 Installation Anforderungen

In diesem Teil behandeln wir die Installation des Hypervisors auf Bare-Metal-Hardware, um unsere VM zu hosten. Hier ist eine Liste der Anforderungen, die zur Durchführung dieser Aufgabe erforderlich sind:

- VMware ESXi installer (optical media-based)
- Server hardware
- Keyboard
- Mouse
- Monitor

## 1.1.3 Installation

- A. Schalten wir zuerst unseren Server ein und starten wir das Installationsmedium



(Figure A-1).



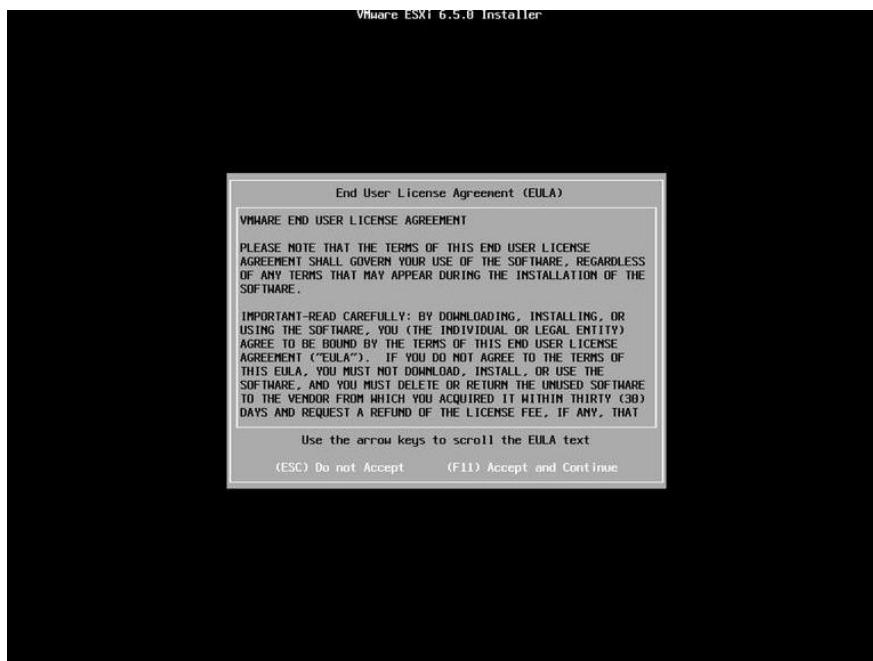
(Figure A-2).

**B.** Enter Taste, um fortzufahren



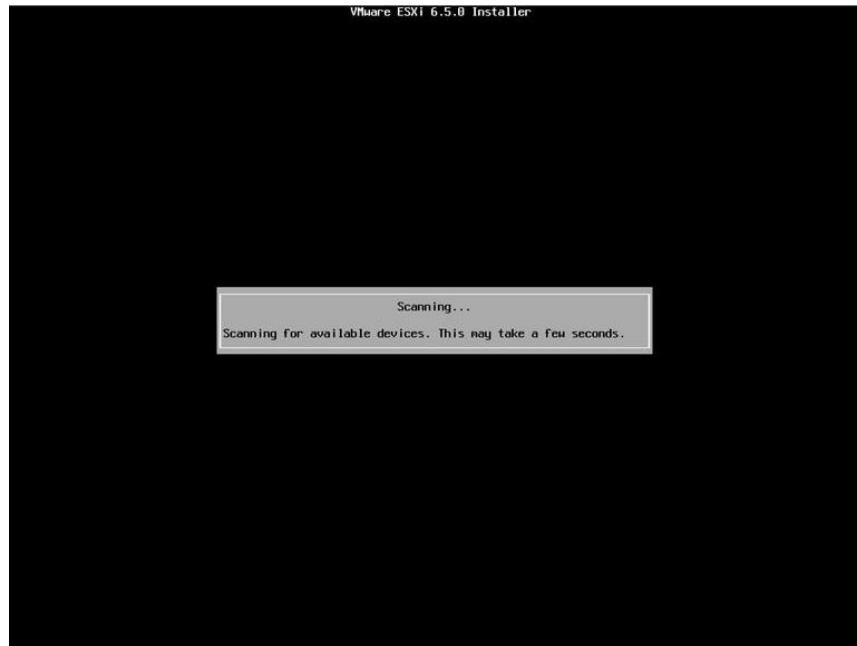
(Figure B)

C. Dann F11, um die EULA zu akzeptieren

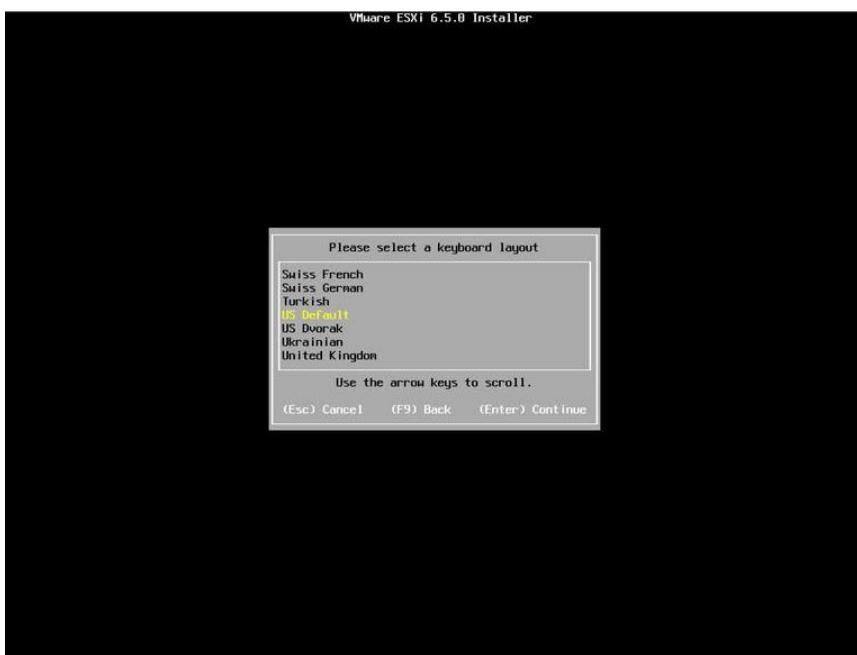


(Figure C)

**D.** Vor der Installation des Hypervisors führt ein System-Scan die auf dem Server installierte Hardware auf und lokaliert ein Laufwerk, auf dem ESXi installiert werden soll. Danach Enter Taste, um fortzufahren, danach Sprache wahl und Enter Taste



(Figure D-1)



(Figure D-2)

**E.** Wir haben die Eingabetaste gedrückt, um das Kennwort für das root-Konto auszuwählen und zu bestätigen, das später zur Verwaltung der ESXi-Installation verwendet wird.

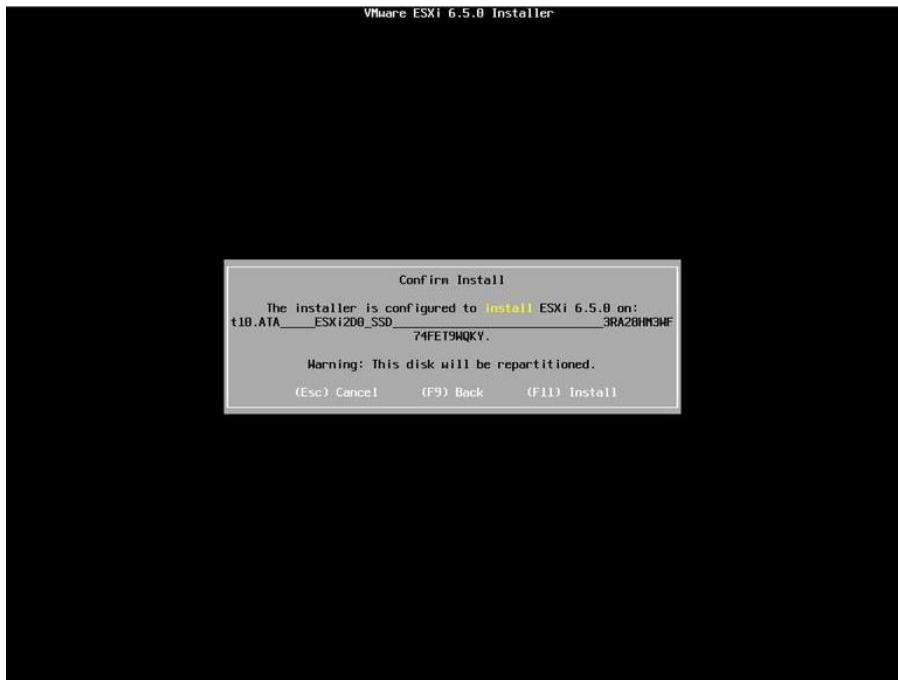
Unsere Root Password lautet :

**Nwtk20!8**



(Figure E)

**F.** Als nächstes bestätigen wir die Installation auf der ausgewählten Festplatte durch Drücken von F11, wodurch die Festplatte ebenfalls neu partitioniert wird und die Installation beginnt (Abbildung I und Abbildung J).



(Figure F-1)



(Figure F-2)

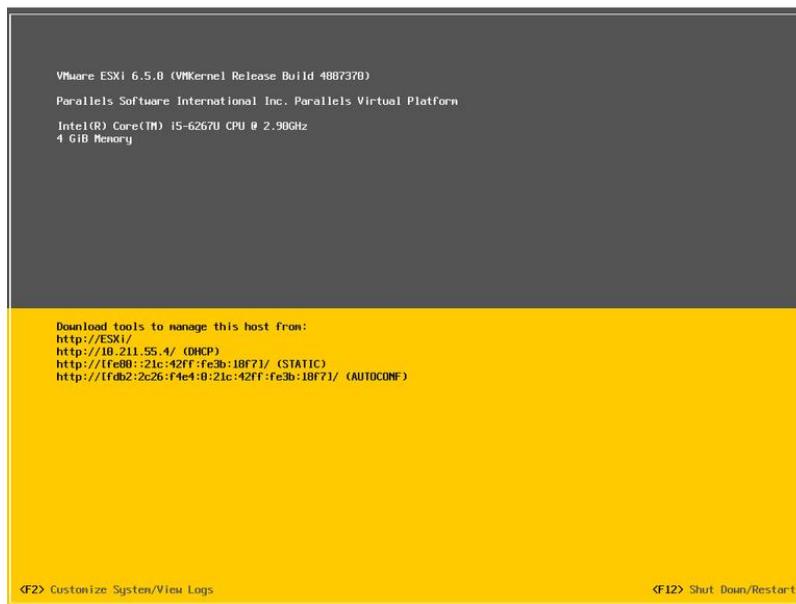
I. Abhängig von der Konfiguration des Computers und der Geschwindigkeit der Hardwarekomponenten, die auf dem Server installiert sind, sollte die Installation innerhalb

einiger Minuten abgeschlossen sein. Eine Bestätigungsmeldung erscheint auf dem Bildschirm und fordert den Benutzer auf, das Installationsmedium zu entfernen. Drücken Sie die Eingabetaste, um den Server neu zu starten.



(Figure I)

J. Nach dem Neustart wird VMware auf den Server geladen und erhält eine IP-Adresse von DHCP oder kann manuell vom Server selbst konfiguriert werden. In unserem Fall DHCP.



(Figure J)

## 1.2. Cisco Virtual Internet Routing Lab (VIRL)<sup>[1]</sup>

Cisco Virtual Internet Routing Lab (VIRL) ist eine leistungsstarke Netzwerkvirtualisierungs- und Orchestrierungsplattform, die die Entwicklung hochgenauer Modelle bestehender oder geplanter Netzwerke ermöglicht.

Damit können Einzelpersonen und IT-Teams Simulationen von Cisco- und Drittanbietergeräten in einer virtuellen Umgebung entwerfen, erstellen, visualisieren, Fehler beheben und starten. Sie können ferner Modelle und Was-wäre-wenn-Szenarien von realen und zukünftigen Netzwerken erstellen.

Die in VIRL gebündelten virtuellen Bilder verwenden denselben Cisco IOS-Softwarecode, der in Routern und Switches verwendet wird, die für die Ausführung im Hypervisor kompiliert wurden. Dies bietet Studenten und IT-Fachleuten ein Werkzeug, um sich über Netzwerke zu informieren und Cisco-Zertifizierungen in einer virtuellen sicheren Umgebung zu studieren.

VIRL ermöglicht:

- Modelle und Was-wäre-wenn-Szenarien von realen und zukünftigen Netzwerken Erstellen.
- Automatisch Konfigurationen generieren
- Protokolle visualisieren
- Cisco IOS-Netzwerkbetriebssysteme mit Routern und Switches Verwenden
- Virtuelle und physische Umgebungen verbinden
- Studie für Cisco-Zertifizierung

VIRL unterstützt die folgenden virtuellen Cisco Images:

- IOSv und IOSvL2
- NX-OSv und NX-OS 9000v
- IOS XRv und IOS XRv 9000
- IOS XE (CSR1000v)
- ASA v

VIRL unterstützt folgende Container:

- Ubuntu LXC

- iPerf LXC
- Router LXC
- Ostinato-Drohne

## 1.2.1 Installation von VIRL

Wir haben die Vmware ESXi erfolgreich installiert, wir sind bereit unsere virtuelle Maschine zu installieren.

## 1.2.2 Create and Configure Virtual Networks

Ab VIRL PE Version 1.5 müssen wir keine virtuellen Netzwerke mehr erstellen. Während die OVA mit fünf (5) Netzwerkadapters / vmNets konfiguriert ist.

Dieser Schritt ist nur erforderlich, wenn wir von einem physischen Netzwerk aus direkte Verbindungen zu unseren Simulation-Knoten benötigen.

Die erste Schnittstelle von VIRL (eth0) muss mit einem Netzwerk mit Internetzugang verbunden sein.

Wir haben die folgende Tabelle verwendet, um vier benutzerdefinierte Netzwerke zu erstellen:

	<b>Flat</b>	<b>Flat1</b>	<b>SNAT</b>	<b>INT*</b>
<b>IP Segment</b>	172.16.1.0/24	172.16.2.0/24	172.16.3.0/24	172.16.10.0/24

## 1.2.3 Deploy VIRL OVA

Vmware ESXi bietet eine Sehr reichendes Web-Interface, damit man kann die neue V-Maschinen problemlos realisieren. Weitere Option ist das Vsphere Client zu Installieren .

Unser Wahl ist das Web-Interface.

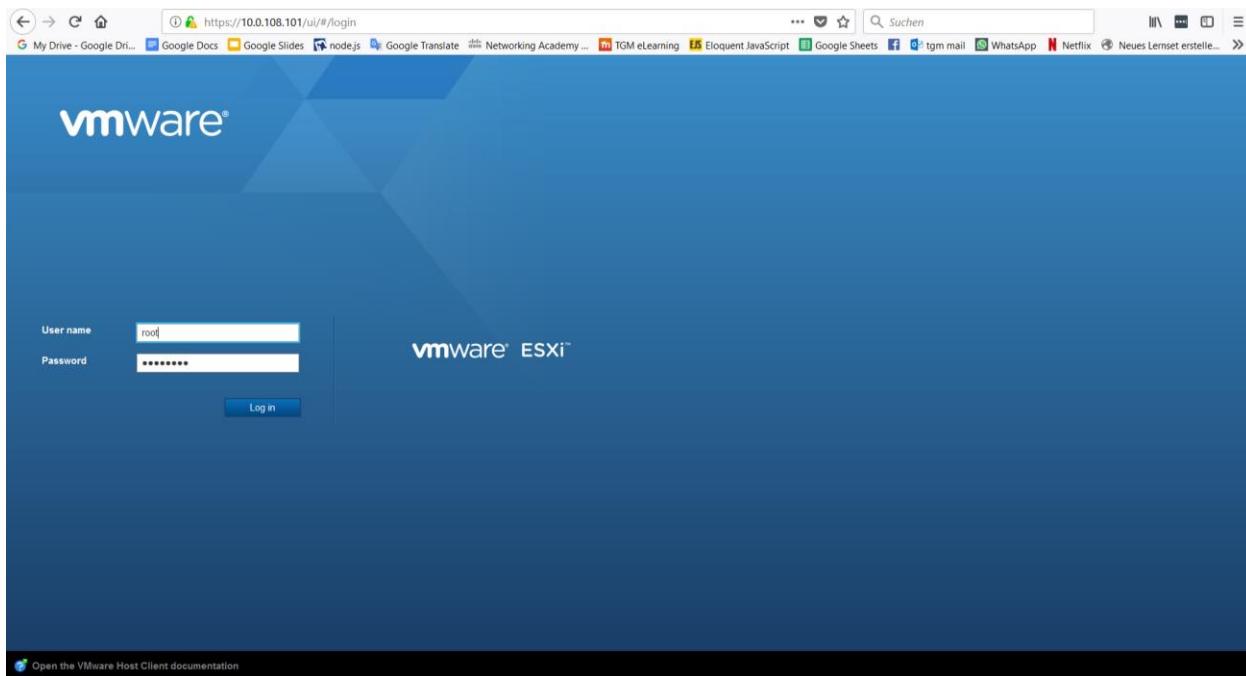
Unser Maschines IP-ADRESSE LAUTET:

**10.0.108.101**

Hier um sich anmelden zu können, benötigen wir das Root password dass wir bei der Installation eingegeben haben.

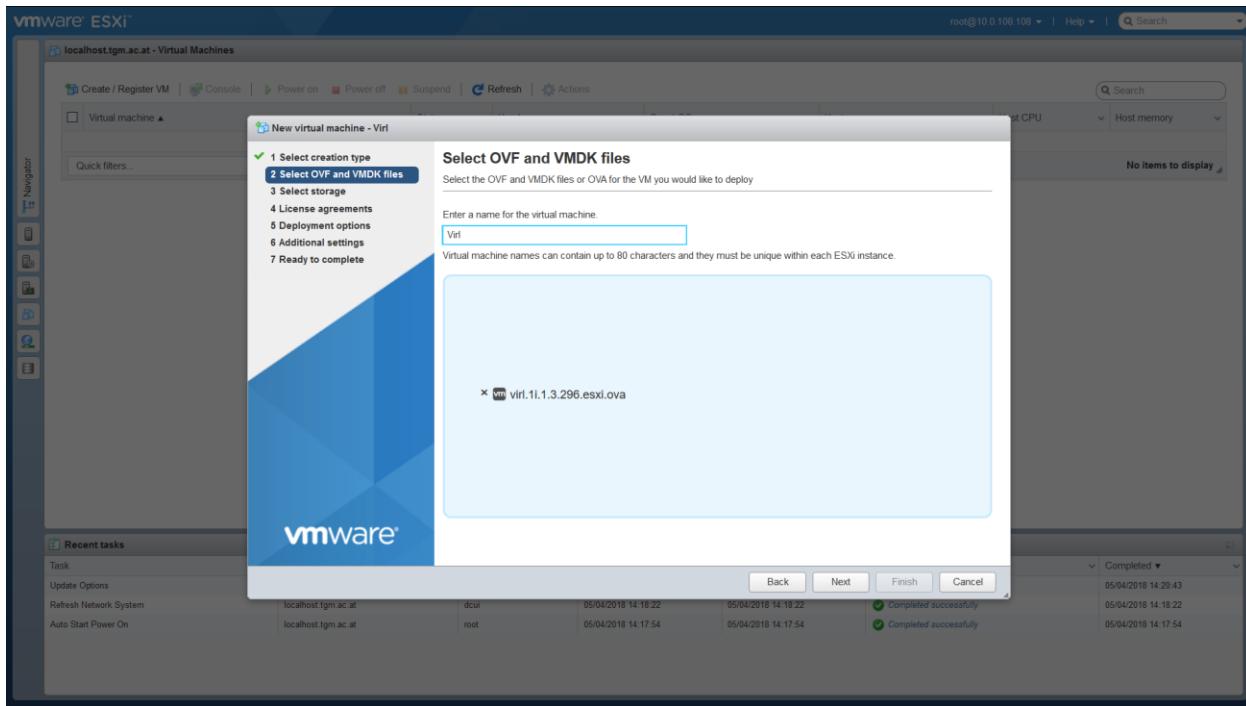
**USERNAME : ROOT**

**PASSWORD : nwtk20!8**



Erste Schritt ist von der Web-Interface Option: "Deploy New Machine" zu auswählen.

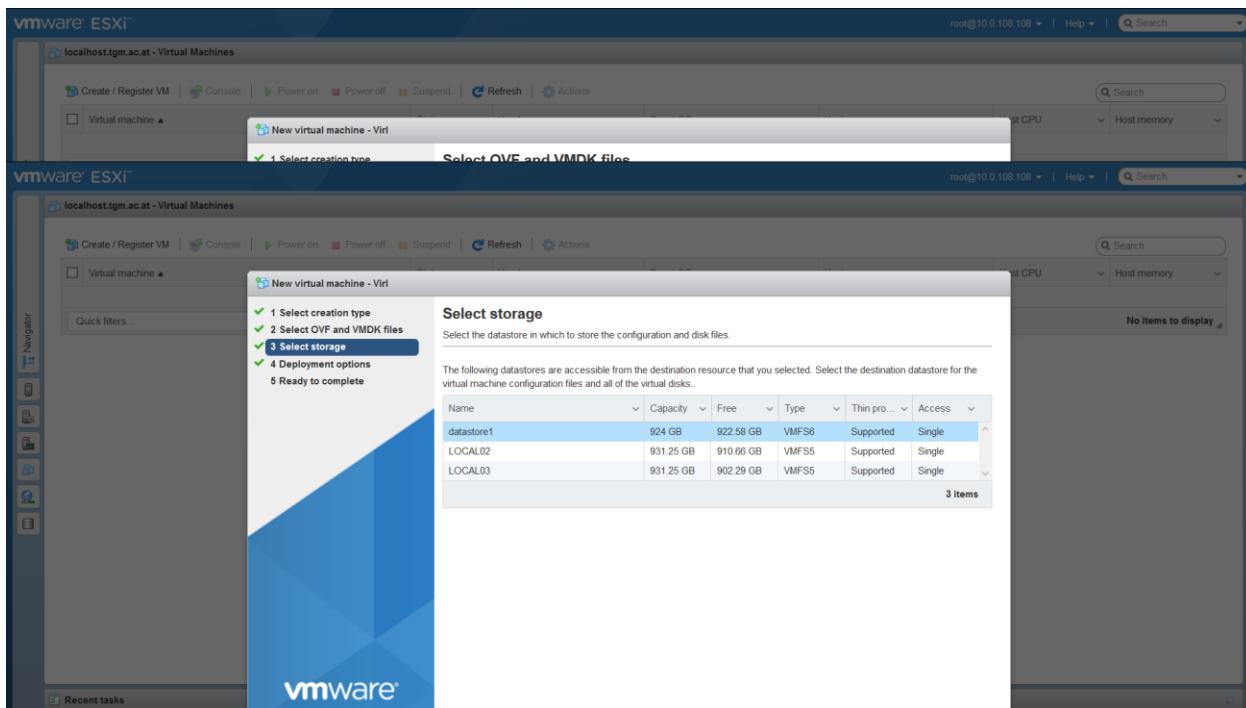
Danach importierung der OVA-Datei wie folgenden Screenshots:



Danach muss man sich die Installations Location zu auszuzuchen,

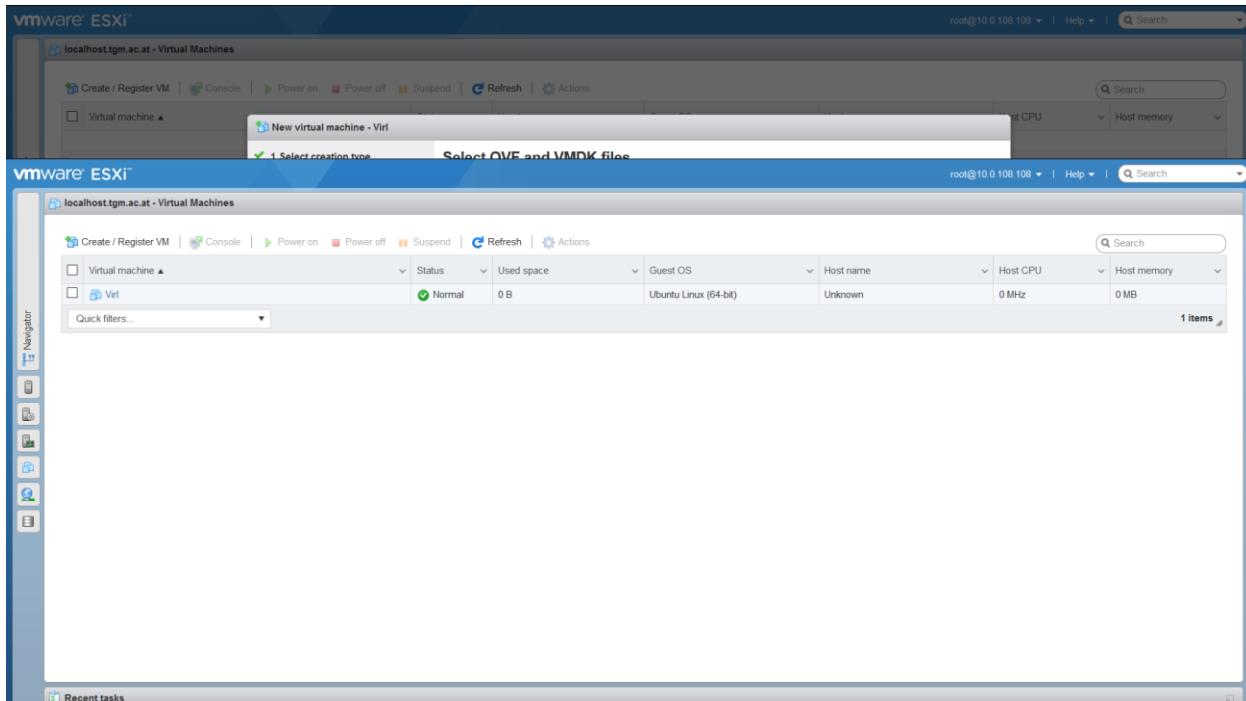
Da wir die Probe Version Von Vmware verwendet haben, mussten wir Das VIRL auf eine andere Drive als wo wir Das VMware installiert haben zu auswählen,

In unsere erste versuch haben wir aber das falsche Drive ausgesucht. Spater haben wir es beim 2te versuch es richtig auf unseren 2.e Drive installiert.

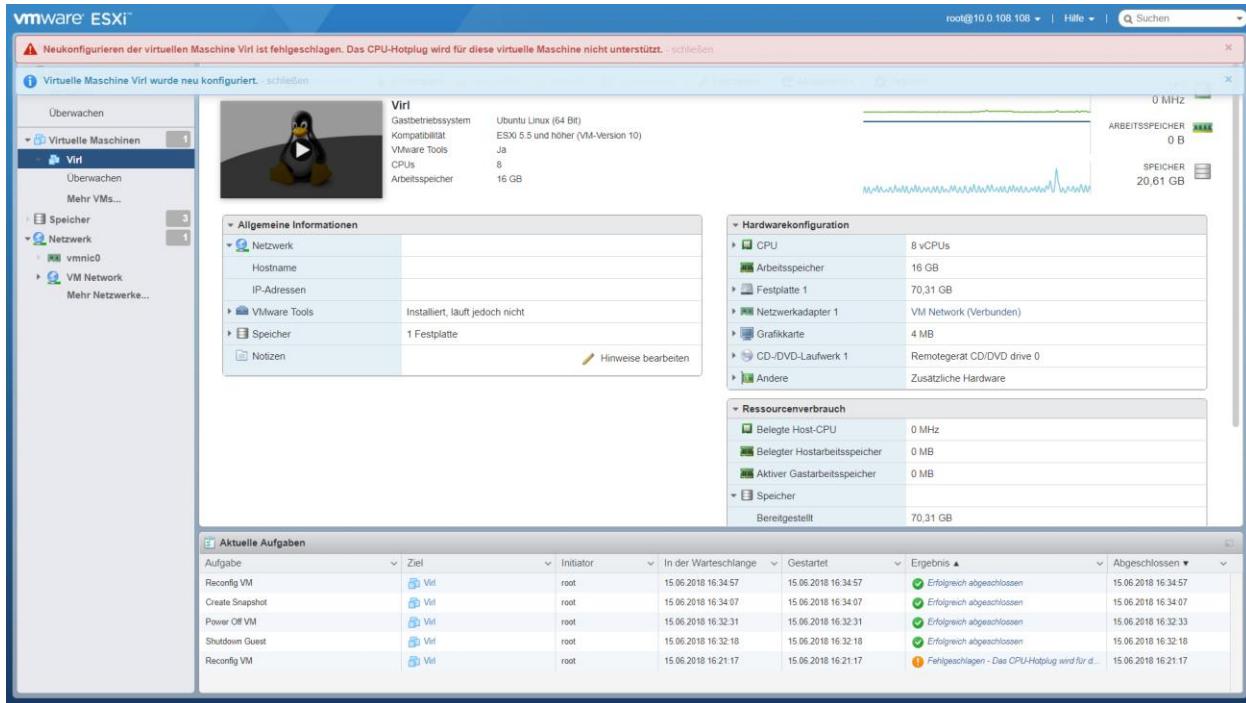


Der OVA-Importprozess kann abhängig von der Leistung des Hosts zwischen einigen Minuten und einer Stunde dauern.

Wir warteten darauf, dass der OVA-Import abgeschlossen wurde



Jetzt wir haben unser Cisco Virtual Internet Routing Lab (VIRL) erfolgreich auf unsere Hypervisor installiert.



Virl Kann nun startet werden.

## 1.2.4 Activate VIRL

Für die Aktivierung benötigen wir:

- Zugriff auf das Webinterface
- Der RSA-Private-Key

### 1.2.4.1 VIRL Web Interface

Oben im Konsolenfenster der Virtual Machine-Konsole von VIRL PE; die Verwaltungs-URL (Benutzerarbeitsbereichsverwaltung) ist sichtbar.

In unseren Fall :

**10.0.108.148**

Dieser URL kann in einem Web-Browser geöffnet werden.

Um sich anzumelden benötigt man die folgende default zugangsdaten:

**USERNAME : uwmadmin**

**PASSWORD : password**

### 1.2.4.2 RSA-PRIVATE-KEY [2]

Der RSA-Schlüssel ist ein privater Schlüssel, der auf dem RSA-Algorithmus basiert. Privater Schlüssel wird für die Authentifizierung und einen symmetrischen Schlüsselaustausch während der Einrichtung einer SSL / TLS-Sitzung verwendet.

Es ist ein Teil der Public-Key-Infrastruktur, die im Allgemeinen bei SSL-Zertifikaten verwendet wird. Eine Public-Key-Infrastruktur setzt eine asymmetrische Verschlüsselung voraus, bei der zwei Arten von Schlüsseln verwendet werden: Privater Schlüssel und öffentlicher Schlüssel (sie ist in einem SSL-Zertifikat enthalten). Da die verschlüsselte Datenübertragung im Falle einer asymmetrischen Verschlüsselung zu viel Zeit in Anspruch nimmt, wird diese Art der Verschlüsselung für einen sicheren symmetrischen Schlüsselaustausch verwendet, der für die tatsächlich übertragene Datenverschlüsselung und -entschlüsselung verwendet wird.

Normalerweise wird ein privater RSA-Schlüssel in Verbindung mit einem CSR generiert. Weder wir noch Zertifizierungsstellen haben Zugriff auf Ihren privaten Schlüssel. Es wird lokal auf Ihrem Server generiert und niemals an uns übertragen. Es sieht wie ein Codeblock mit dem Header aus:

:-----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----

```
MIIeowIBAAKCAQEAiwfC2mMXeiS9jlq0570mfLNB/YDupWhf+WvIEWj/7MSWjYPH
n8vPcppekY0UPEXLMNJZhvHiTB7Pce9fnrlfUA/GFzeNIR0ILHK2KN2omxVRCjyH
nH4fUBIdSVHhndqC1OBfd0XIcOty0xDArs+DBPC89qOOrImH5Vblqfrt88zR3A2O
Vu05SDy65YuGAw8Gbnwa3qBqjAQbYZGXyTzW34FMKly08NGcQLjWVABLEOw5R2zV
wuinT6wKaVUDvsqppMpGcm2vNqtKTVMyLKDI6QTZyCu8Uy8x9d5MqR+POF8Tz6tN
58cdvXoe9Q3bUJmjcxIsJHz/l6dfzL0Nmqa2RQIDAQABAoIBAAhZjvpOuTo8uqWW
Lwc79PPIUE5JUAvfGOSB9I/1TmmJ5QDayUJvmyXm34ceUfjMuEdWWsof/NdVgl/1
YGjH+VF1oRAD5hzugW8p9la/yUCHJzbWK87aREcqc1d383TnirP+Rb14jSj09xB2
ERxumg/R5Ydqo0cRe3fqnmKXD3N04vsTTugirFAKxfxfre9rMyAY4p7E5FRRMR1c
JOhOIzkDMwfGvHUaC/v3xPuWe1YnpAQgMg0wubcgtFkla5gQyC5cmFdgzS92hfTs
```

uiwMcI6gVFSr3nxZPINunoUf/4Fvw9I6ta9ckaQEZFn0r5+vyI3Zaex+1ez8RA3v  
 6LHMsIECgYEAuI4yDMMHClKnUkow3ThBULAJrMGNkJa6jitAw+CYti7TygrbK7BU  
 8evU2srC/xIOBmybnCbaXhD6otFah/5zXH61TrpkhiXTJX1x3LIYE9TpQLxBxyH2  
 LI1r8/XuVIAnYLNaOhYxFTRLQtmNZVFP/PbszpZjz4bHFUklOgah28CgYEAwNnv  
 q4AGJ3+HfPR7SibTjdJ6IB6qlbeHoyj3LzM2W6LbJigevQYsTmW6aBtwc7N7WgS  
 YI1vqHVFL+7vlJEjbmLKnPmGyD+S5y2udnYBH0n5LBS266jn+jksOlnCPGhgQeZ  
 aH86ZBSsemG0CE8j+5Rh5IGiPS010mnPMdJ1I4sCgYBjHdMZcYCNdbhxBFbzcOe  
 TvxTMBwUZC8K/YXJ7Qx3A40w/EWbIBdu2eY2HyE8Ifi8UIX+BgvO6zWATgld8jUI  
 nvBGuOoV9aiBgO6uxWMS+4zN/I0jIkUxv3Cj1BfNeTy8vXYerh5sMR+b1h7ZtjI7  
 137Nse+5c3Rh8gQ0iLb+twKBgQCffl6KLupoFj++pw+kJvJ3ctyvzaD1C4Fg/ktY  
 PDh0hsIGegAXT/Nv9xoJhAXiCKAk3TJ/KZlj81zbOSsTX0SVFcOzy2tyG3W0oRo6  
 IKFYLQ4mQ3FzgD6QzPL+ITp2migg52EHnFI1VefDmzRivtkagwBoIFeiWVau+5VB  
 NjZsuwKBgF5OSITq4wc2OLGMTW5KWA+fbH6a8xDfkqyVB0M35Xy4ygxPU/3eLeM  
 bM6wkWk3YtWxI3iX/M9LaVp2R49KlaPtBxehQ8WodkpeKvorErSsGdb//wxzfyCn  
 cq3KGrHibabSw6atWOFFqksBusRarzYEjZ3X2mDf0ogfdzK48q/3  
 -----END RSA PRIVATE KEY-----

## 1.2.5 VM Maestro

VM Maestro ist das Client-side-Application, das zum Erstellen von Topologien, zum Generieren von Konfigurationen und Visualisierungen sowie zum Verwalten von Simulationen verwendet wird, die auf dem VIRL-Host oder der virtuellen Maschine ausgeführt werden.

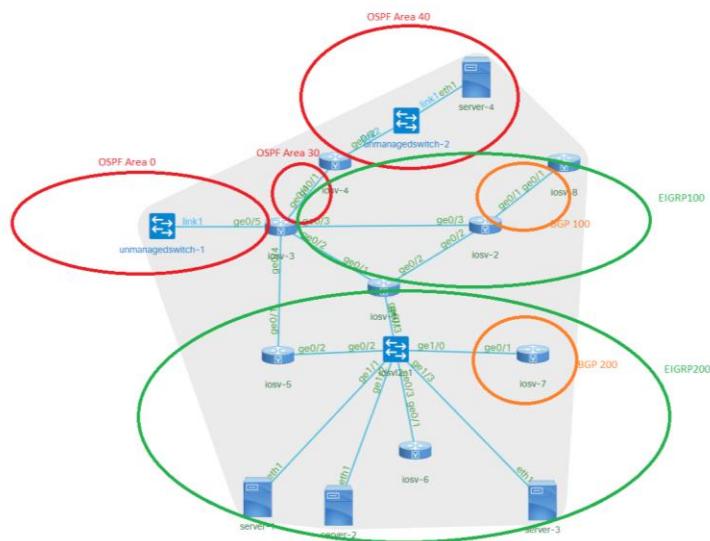
VM Maestro ist im Lieferumfang von VIRL enthalten und kann auf Windows-, OS X- und Linux-Plattformen installiert werden.

### 1.2.5.1 Installation VM Maestro

- Von UWM aus navigierten wir zu **VIRL Server > Download**

- passender VM Maestro Installer für unser Betriebssystem  
Windows® exe installer
- Wir haben die Datei an einem Ort auf Ihrem Computer gespeichert  
Und installiert.

## 1.2.6 Topology



Unser virtualisierter Netzwerk besteht aus insgesamt 13 konfigurierbaren Nodes.

- 8 Cisco IOSv Routers
- 1 Cisco IOS2-v1 Switch
- 4 Linux Basiert Servers

Und 2 Switches.

### 1.2.6.1 IPv6 [3]

Internet Protocol Version 6 (IPv6) erweitert die Anzahl der Netzwerkadressbits von 32 Bit (in IPv4) auf 128 Bit, wodurch mehr als genug global eindeutige IP-Adressen für jedes Netzwerkgerät auf dem Planeten bereitgestellt werden. Der unbegrenzte Adressraum von IPv6 ermöglicht es Cisco, mehr und neuere Anwendungen und Dienste mit Zuverlässigkeit, verbesserter Benutzerfreundlichkeit und erhöhter Sicherheit bereitzustellen.

Die Implementierung der grundlegenden IPv6-Konnektivität in der Cisco-Software besteht in der Zuweisung von IPv6-Adressen zu einzelnen Geräteschnittstellen. Die IPv6-Weiterleitung kann global aktiviert werden, und die Cisco Express Forwarding-Vermittlung für IPv6 kann ebenfalls aktiviert werden. Der Benutzer kann die grundlegenden Konnektivitätsfunktionen erweitern, indem er die Unterstützung für AAAA-Record-Typen in DNS-Namens-zu-Adresse- und Adress-zu-Name-Suchprozessen und durch Verwalten der IPv6-Nachbarerkennung konfiguriert.

## 1.2.6.2 Routing Protocols

In unserem Virt.Netzwerk wird insgesamt 3 Arten von Routing-protocols verwendet:

- OSPF v3
- BGP
- EIGRP

### 1.2.6.2.1 Open Shortest path first (OSPF)

Das OSPF-Protokoll (Open Shortest Path First), das in RFC 2328 definiert ist, ist ein Interior Gateway Protokoll zum Verteilen von Routing-Informationen in einem einzigen autonomen System.

Das OSPF-Protokoll wurde entwickelt, weil in der Internet-Community ein hoher Wert eingeführt werden musste Funktionalität nicht-proprietaryes internes Gateway-Protokoll (IGP) für die TCP / IP-Protokollfamilie. Das die Diskussion über die Schaffung eines gemeinsamen interoperablen IGP für das Internet begann im Jahr 1988 und tat dies nicht formalisiert bis 1991. Damals forderte die OSPF-Arbeitsgruppe OSPF an für die Weiterentwicklung zum Draft Internet Standard erwogen.

Das OSPF-Protokoll basiert auf der Link-State-Technologie, die eine Abkehr vom Bellman-Ford darstellt vektorbasierte Algorithmen, die in herkömmlichen Internet-Routing-Protokollen wie RIP verwendet werden. OSPF hat neue Konzepte wie die Authentifizierung von Routing-Updates, Variable Length Subnet eingeführten Masken (VLSM), Routenzusammenfassung und so weiter.

### Konfigurieren OSPF Beispiel

```
ipv6 unicast-routing
Interface loopback0
ipv6 enable
ipv6 address 3000:1:1:1::10/64
ipv6 ospf 1 area 10
ipv6 router ospf 1
router-id 1.1.1.1
```

### 1.2.6.2.2 Border Gateway Protocol (BGP)

Border Gateway Protocol (BGP) ist ein Routing-Protokoll, das zum Übertragen von Daten und Informationen zwischen verschiedenen Host-Gateways, dem Internet oder autonomen Systemen verwendet wird. BGP ist ein Path Vector Protocol (PVP), das Pfade zu verschiedenen Hosts, Netzwerken und Gateway-Routern pflegt und auf dieser Grundlage die Routing-Entscheidung bestimmt. Es verwendet keine Interior Gateway Protocol (IGP) -Metriken für Routing-Entscheidungen, sondern entscheidet nur über die Route basierend auf Pfad, Netzwerkrichtlinien und Regelsätzen.

Manchmal wird BGP als Erreichbarkeitsprotokoll und nicht als Routingprotokoll beschrieben.

### Konfigurieren von BGP Beispiel

```
router bgp 200
neighbor 209.165.201.1
address-family ipv6 unicast
```

### 1.2.6.2.3 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) ist ein Interior Gateway Protokoll, das für viele verschiedene Topologien und Medien geeignet ist. In einem gut gestalteten Netzwerk skaliert EIGRP gut und bietet extrem kurze Konvergenzzeiten bei minimalem Netzwerkverkehr.

Einige der vielen Vorteile von EIGRP sind:

- sehr geringe Nutzung von Netzwerkressourcen während des normalen Betriebs; Nur Hallo-Pakete werden in einem stabilen Netzwerk übertragen.
- Wenn eine Änderung auftritt, werden nur Routing-Tabellenänderungen weitergegeben, nicht die gesamte Routing-Tabelle. Dies reduziert die Belastung, die das Routing-Protokoll selbst im Netzwerk verursacht.
- schnelle Konvergenzzeiten für Änderungen in der Netzwerktopologie (in einigen Situationen kann die Konvergenz fast sofort erfolgen)
- EIGRP ist ein erweitertes Distanzvektorprotokoll, das auf dem Diffused Update Algorithm (DUAL) beruht, um den kürzesten Pfad zu einem Ziel innerhalb eines Netzwerks zu berechnen.

## 1.2.7 Ergebnis

### 1.2.7.1 Router IOSv 1

version 15.6

```
service timestamps debug datetime msec
```

```
service timestamps log datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
!
```

```
hostname iosv-1
```

```
!
```

```
boot-start-marker
```

```
boot-end-marker
```

```
!
```

```
!
```

```
vrf definition Mgmt-intf
```

```
!
```

```
address-family ipv4
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
address-family ipv6
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
enable password cisco
```

```
!
```

```
no aaa new-model
```

```
ethernet lmi ce
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
mmi polling-interval 60
```

```
no mmi auto-configure
```

```
no mmi pvc
```

```
mmi snmp-timeout 180
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

ip cef

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$K8u\$dZgoDcruoOv.7oGYBvQpB1

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

description Loopback

no ip address

ipv6 address 3000:1:1:1::10/64

ipv6 enable

ipv6 eigrp 100

!

interface GigabitEthernet0/0

description OOB Management

vrf forwarding Mgmt-intf

ip address 10.255.0.34 255.255.0.0

duplex full

speed auto

media-type rj45

!

interface GigabitEthernet0/1

description to iosv-3

no ip address

duplex full

speed auto

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:E/126
```

```
ipv6 address 3000:0:0:13::1/64
```

```
ipv6 enable
```

```
ipv6 eigrp 100
```

```
ipv6 ospf 1 area 0
```

```
ipv6 ospf cost 1
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
description to iosv-2
```

```
no ip address
```

```
duplex full
```

```
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:A/126
```

```
ipv6 address 3000:0:0:12::1/64
```

```
ipv6 enable
```

```
ipv6 eigrp 100
```

```
ipv6 ospf 1 area 0
```

```
ipv6 ospf cost 1
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/3
```

```
description to iosvl2-1
```

```
no ip address
```

```
duplex full
```

```
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:2:0:3/96
ipv6 address 3000:0:0:121::1/64
ipv6 enable
ipv6 eigrp 200
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
!
router eigrp 100
  eigrp router-id 1.1.1.1
!
router ospfv3 1
  router-id 192.168.0.2
!
address-family ipv6 unicast
  exit-address-family
!
router bgp 1
  bgp router-id 192.168.0.2
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0
!
address-family ipv4
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
address-family ipv6
network 2001:DB8:B:0:1::2/128
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
!
!
!
control-plane
!
```

```
banner exec `
```

```
*****
```

```
* IOSv - Cisco Systems Confidential
```

```
*
```

```
*
```

```
*
```

```
* Supplemental End User License Restrictions
```

```
*
```

```
*
```

```
*
```

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*  
\* prohibited.

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited.

\*\*\*\*\*

`

!

line con 0

password cisco

```
line aux 0
line vty 0 4
exec-timeout 720 0
password cisco
login local
transport input telnet ssh
!
no scheduler allocate
!
```

### 1.2.7.2 Router IOSv 2

```
version 15.6
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname iosv-2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
vrf definition Mgmt-intf
!
address-family ipv4
exit-address-family
```

!

address-family ipv6

exit-address-family

!

enable password cisco

!

no aaa new-model

ethernet lmi ce

!

!

!

mmi polling-interval 60

no mmi auto-configure

no mmi pvc

mmi snmp-timeout 180

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

ip cef

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$Z040\$v6ICYPVm9rPJta6MGwwF.

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

```
interface Loopback0
description Loopback
no ip address
ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::3/128
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!

interface Loopback1002
no ip address
ipv6 address 3000:2:2:2::20/64
ipv6 enable
ipv6 eigrp 100
!

interface GigabitEthernet0/0
description OOB Management
vrf forwarding Mgmt-intf
ip address 10.255.0.35 255.255.0.0
duplex full
speed auto
media-type rj45
!

interface GigabitEthernet0/1
description to iosv-8
no ip address
duplex full
```

```
speed auto
media-type rj45
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:16/126
ipv6 address 3000:0:0:28::1/64
ipv6 enable
ipv6 eigrp 100
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
interface GigabitEthernet0/2
description to iosv-1
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:B/126
ipv6 address 3000:0:0:12::2/64
ipv6 enable
ipv6 eigrp 100
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
interface GigabitEthernet0/3
description to iosv-3
no ip address
duplex full
speed auto
```

```
media-type rj45
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:12/126
ipv6 address 3000:0:0:23::1/64
ipv6 enable
ipv6 eigrp 100
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
router ospfv3 1
  router-id 192.168.0.4
!
address-family ipv6 unicast
  exit-address-family
!
router bgp 1
  bgp router-id 192.168.0.4
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0
```

```
!
```

```
address-family ipv4
```

```
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
address-family ipv6
```

```
network 2001:DB8:B:0:1::3/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
ipv6 router eigrp 100
eigrp router-id 2.2.2.2
!
!
!
!
control-plane
!
```

```
banner exec `
```

```
*****
```

```
* IOSv - Cisco Systems Confidential
```

```
*
```

```
*
```

```
*
```

```
* Supplemental End User License Restrictions
```

```
*
```

```
*
```

```
*
```

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited.

\*\*\*\*\*

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited.

\*\*\*\*\*

`

!

line con 0

password cisco

```
line aux 0
line vty 0 4
exec-timeout 720 0
password cisco
login local
transport input telnet ssh
!
no scheduler allocate
!
```

### 1.2.7.3 Router IOSv 3

```
version 15.6
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname iosv-3
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
vrf definition Mgmt-intf
!
address-family ipv4
exit-address-family
!
```

address-family ipv6

exit-address-family

!

enable password cisco

!

no aaa new-model

ethernet lmi ce

!

!

!

mmi polling-interval 60

no mmi auto-configure

no mmi pvc

mmi snmp-timeout 180

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

```
ip cef
ipv6 unicast-routing
ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
!
!
username cisco privilege 15 secret 5 $1$MA/D$N5G9Uj.5BxeqxsRfUUxqo0
!
redundancy
!
no cdp run
!
!
!
!
!
!
```

!

```
interface Loopback0
description Loopback
no ip address
ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::4/128
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!

interface Loopback1003
no ip address
ipv6 address 3000:3:3:3::30/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 30
!

interface GigabitEthernet0/0
description OOB Management
vrf forwarding Mgmt-intf
ip address 10.255.0.36 255.255.0.0
duplex full
speed auto
media-type rj45
!

interface GigabitEthernet0/1
description to iosv-4
no ip address
duplex full
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:1A/126
```

```
ipv6 address 3000:0:0:34::1/64
```

```
ipv6 enable
```

```
ipv6 ospf 1 area 30
```

```
ipv6 ospf cost 1
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
description to iosv-1
```

```
no ip address
```

```
duplex full
```

```
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:F/126
```

```
ipv6 address 3000:0:0:13::2/64
```

```
ipv6 enable
```

```
ipv6 eigrp 100
```

```
ipv6 ospf 1 area 0
```

```
ipv6 ospf cost 1
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/3
```

```
description to iosv-2
```

```
no ip address
```

```
duplex full
```

```
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:13/126
```

```
ipv6 address 3000:0:23::2/64
```

```
ipv6 enable
```

```
ipv6 eigrp 100
```

```
ipv6 ospf 1 area 0
```

```
ipv6 ospf cost 1
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/4
```

```
description to iosv-5
```

```
no ip address
```

```
duplex full
```

```
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:1E/126
```

```
ipv6 address 3000:0:0:35::1/64
```

```
ipv6 enable
```

```
ipv6 eigrp 200
```

```
ipv6 ospf 1 area 0
```

```
ipv6 ospf cost 1
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet0/5
```

```
description to unmanagedswitch-1
```

```
no ip address
```

```
duplex full
```

```
speed auto
```

```
media-type rj45
```

```
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:3:0:2/96
```

```
ipv6 address 3000:0:0:33::1/64
```

```
ipv6 enable  
ipv6 ospf 1 area 0  
!  
router ospfv3 1  
router-id 3.3.3.3  
!  
address-family ipv6 unicast  
exit-address-family  
!  
router ospf 1  
area 30 virtual-link 4.4.4.4  
!  
router bgp 1  
bgp router-id 192.168.0.6  
bgp log-neighbor-changes  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0
!
address-family ipv4
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
address-family ipv6
network 2001:DB8:B:0:1::4/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
ipv6 router eigrp 100
eigrp router-id 3.3.3.3
!
ipv6 router eigrp 200
eigrp router-id 3.3.3.3
!
!
!
control-plane
!
banner exec `

*****
* IOSv - Cisco Systems Confidential          *
*                                         *
* Supplemental End User License Restrictions  *
*****
```

\*

\*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\*

\*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

`

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\*

\*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\*

\*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\*

\*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>.

\*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly

\*

\* prohibited.

\*

\*\*\*\*\*

\

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential

\*

\*

\*

\* Supplemental End User License Restrictions

\*

\*

\*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind.

\*

\* Under no circumstances may this software be used separate from

\*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided

\*

\* with, or deployed or used as part of a production environment.

\*

\*

\*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and

\*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at

\*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>.

\*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly

\*

\* prohibited.

\*

\*\*\*\*\*

\

!

line con 0

```
password cisco
line aux 0
line vty 0 4
exec-timeout 720 0
password cisco
login local
transport input telnet ssh
!
no scheduler allocate
```

#### 1.2.7.4 Router IOSv 4

```
version 15.6
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname iosv-4
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
vrf definition Mgmt-intf
!
address-family ipv4
exit-address-family
!
address-family ipv6
```

exit-address-family

!

enable password cisco

!

no aaa new-model

ethernet lmi ce

!

!

!

mmi polling-interval 60

no mmi auto-configure

no mmi pvc

mmi snmp-timeout 180

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

ip cef

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$ucR4\$ZjCfSxiblvi0qYtICAwLL.

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

```
interface Loopback0
description Loopback
no ip address
ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::5/128
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!

interface Loopback1004
no ip address
ipv6 address 3000:4:4:4::40/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 40
!

interface GigabitEthernet0/0
description OOB Management
vrf forwarding Mgmt-intf
ip address 10.255.0.37 255.255.0.0
duplex full
speed auto
media-type rj45
!

interface GigabitEthernet0/1
description to iosv-3
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
```

ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:1B/126

ipv6 address 3000:0:0:34::2/64

ipv6 enable

ipv6 ospf 1 area 30

ipv6 ospf cost 1

!

interface GigabitEthernet0/2

description to unmanagedswitch-2

no ip address

duplex full

speed auto

media-type rj45

ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:7/126

ipv6 address 3000:0:0:44::1/64

ipv6 enable

ipv6 ospf 1 area 40

ipv6 ospf cost 1

!

router ospfv3 1

router-id 4.4.4.4

!

address-family ipv6 unicast

exit-address-family

!

router ospf 1

area 30 virtual-link 3.3.3.3

!

```
router bgp 1
bgp router-id 192.168.0.8
bgp log-neighbor-changes
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0
!
address-family ipv4
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
```

```
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
address-family ipv6
network 2001:DB8:B:0:1::5/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
!
```

!

!

control-plane

!

banner exec `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential

\*

\*

\*

\* Supplemental End User License Restrictions

\*

\*

\*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind.

\*

\* Under no circumstances may this software be used separate from

\*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided

\*

\* with, or deployed or used as part of a production environment.

\*

\*

\*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and

\*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at

\*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>.

\*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly

\*

\* prohibited.

\*

\*\*\*\*\*

`

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential

\*

\*

\*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* http://www.cisco.com/go/eula. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

!

line con 0

password cisco

line aux 0

line vty 0 4

exec-timeout 720 0

password cisco

login local

transport input telnet ssh

!

no scheduler allocate

!

### 1.2.7.5 Router IOSv-5

version 15.6

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname iosv-5

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

vrf definition Mgmt-intf

!

address-family ipv4

exit-address-family

!

address-family ipv6

exit-address-family

!

enable password cisco

!

no aaa new-model

ethernet lmi ce

!

!

!

mmi polling-interval 60

no mmi auto-configure

no mmi pvc

mmi snmp-timeout 180

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

ip cef

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$Kg8P\$WDnF1Wr0ugLByNvAel2n70

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

description Loopback

no ip address

ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::6/128

ipv6 ospf 1 area 0

ipv6 ospf cost 1

!

interface Loopback1005

no ip address

ipv6 address 5000:5:5:5::50/64

ipv6 enable

ipv6 eigrp 200

!

interface GigabitEthernet0/0

description OOB Management

vrf forwarding Mgmt-intf

```
ip address 10.255.0.38 255.255.0.0
duplex full
speed auto
media-type rj45
!
interface GigabitEthernet0/1
description to iosv-3
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:1F/126
ipv6 address 3000:0:0:35::2/64
ipv6 enable
ipv6 eigrp 200
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
interface GigabitEthernet0/2
description to iosvl2-1
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:2:0:6/96
ipv6 address 3000:0:0:521::1/64
ipv6 enable
```

```
ipv6 eigrp 200
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
!
router eigrp 200
eigrp router-id 5.5.5.5
!
router ospfv3 1
router-id 192.168.0.9
!
address-family ipv6 unicast
exit-address-family
!
router bgp 1
bgp router-id 192.168.0.9
bgp log-neighbor-changes
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0
```

```
!
```

```
address-family ipv4
```

```
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
address-family ipv6
```

```
network 2001:DB8:B:0:1::6/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
!
!
!
control-plane
!
banner exec `

*****
* IOSv - Cisco Systems Confidential *
*
* Supplemental End User License Restrictions *
*
* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. *
* Under no circumstances may this software be used separate from *
* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided *
```

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

banner login`

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*  
\* \*  
\* \*  
\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*  
\* Under no circumstances may this software be used separate from \*  
\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*  
\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*  
\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*  
\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*  
\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \*  
\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*  
\* prohibited.

\*\*\*\*\*

\

!

line con 0

password cisco

line aux 0

line vty 0 4

exec-timeout 720 0

```
password cisco  
login local  
transport input telnet ssh  
!  
no scheduler allocate  
!
```

### 1.2.7.6 Router IOSv-6

```
version 15.6  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname iosv-6  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
vrf definition Mgmt-intf  
!  
address-family ipv4  
exit-address-family  
!  
address-family ipv6  
exit-address-family  
!
```

```
enable password cisco
```

```
!
```

```
no aaa new-model
```

```
ethernet lmi ce
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
mmi polling-interval 60
```

```
no mmi auto-configure
```

```
no mmi pvc
```

```
mmi snmp-timeout 180
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
no ip domain lookup
```

```
ip domain name virl.info
```

```
ip cef
```

```
ipv6 unicast-routing
```

```
ipv6 cef
```

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$m10z\$ngCFHP1sAoK6qCys7TCv8/

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

description Loopback

```
no ip address

ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::7/128

ipv6 ospf 1 area 0

ipv6 ospf cost 1

!

interface Loopback1006

no ip address

ipv6 address 3000:6:6:6::60/64

ipv6 enable

ipv6 eigrp 200

!

interface GigabitEthernet0/0

description OOB Management

vrf forwarding Mgmt-intf

ip address 10.255.0.39 255.255.0.0

duplex full

speed auto

media-type rj45

!

interface GigabitEthernet0/1

description to iosvl2-1

no ip address

duplex full

speed auto

media-type rj45

ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:2:0:7/96

ipv6 address 3000:0:0:621::1/64
```

```
ipv6 enable
ipv6 eigrp 200
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
interface GigabitEthernet0/2
description GigabitEthernet0/2
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
!
interface GigabitEthernet0/3
description GigabitEthernet0/3
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
!
interface GigabitEthernet0/4
description GigabitEthernet0/4
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
!
!
```

```
router eigrp 200
eigrp router-id 6.6.6.6
!
router ospfv3 1
router-id 192.168.0.10
!
address-family ipv6 unicast
exit-address-family
!
router bgp 1
bgp router-id 192.168.0.10
bgp log-neighbor-changes
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0
!
address-family ipv4
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
address-family ipv6
network 2001:DB8:B:0:1::7/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
```



\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* http://www.cisco.com/go/eula. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*  
`  
banner incoming `

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* http://www.cisco.com/go/eula. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*  
`

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\*

\*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\*

\*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\*

\*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

!

line con 0

password cisco

line aux 0

line vty 0 4

exec-timeout 720 0

password cisco

login local

```
transport input telnet ssh
```

```
!
```

```
no scheduler allocate
```

### 1.2.7.7 Router IOSv-7

```
version 15.6
```

```
service timestamps debug datetime msec
```

```
service timestamps log datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
!
```

```
hostname iosv-7
```

```
!
```

```
boot-start-marker
```

```
boot-end-marker
```

```
!
```

```
!
```

```
vrf definition Mgmt-intf
```

```
!
```

```
address-family ipv4
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
address-family ipv6
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
enable password cisco
```

```
!
```

```
no aaa new-model
```

```
ethernet lmi ce
```

!

!

!

mmi polling-interval 60

no mmi auto-configure

no mmi pvc

mmi snmp-timeout 180

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

ip cef

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$q/Z0\$n5verd9p.vaObGGcBYM8x1

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

description Loopback

no ip address

ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::8/128

ipv6 ospf 1 area 0

ipv6 ospf cost 1

!

```
interface GigabitEthernet0/0
description OOB Management
vrf forwarding Mgmt-intf
ip address 10.255.0.40 255.255.0.0
duplex full
speed auto
media-type rj45
!

interface GigabitEthernet0/1
description to iosvl2-1
no ip address
duplex full
speed auto
media-type rj45
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:2:0:8/96
ipv6 ospf 1 area 0
ipv6 ospf cost 1
!
router ospfv3 1
router-id 192.168.0.11
!
address-family ipv6 unicast
exit-address-family
!
router bgp 1
bgp router-id 192.168.0.11
```

```
bgp log-neighbor-changes  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 remote-as 1  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 description iBGP peer iosv-8  
  
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 update-source Loopback0  
  
!  
  
address-family ipv4  
  
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate  
  
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate  
  
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
```

```
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
address-family ipv6
network 2001:DB8:B:0:1::8/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::9 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
!
!
```

control-plane

!

banner exec `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

`

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\* \* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited.

\*\*\*\*\*

`

!

line con 0

password cisco

line aux 0

line vty 0 4

exec-timeout 720 0

password cisco

login local

transport input telnet ssh

!

no scheduler allocate

!

### 1.2.7.8 Router IOSv-8

version 15.6

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname iosv-8

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

vrf definition Mgmt-intf

!

address-family ipv4

exit-address-family

!

address-family ipv6

exit-address-family

!

enable password cisco

!

no aaa new-model

ethernet lmi ce

!

!

!

mmi polling-interval 60

no mmi auto-configure

no mmi pvc

mmi snmp-timeout 180

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

no ip domain lookup

ip domain name virl.info

ip cef

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

username cisco privilege 15 secret 5 \$1\$eclZ\$Ed7/1UczakBW88X.kj8nm0

!

redundancy

!

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

description Loopback

no ip address

ipv6 address 2001:DB8:B:0:1::9/128

ipv6 ospf 1 area 0

ipv6 ospf cost 1

!

interface GigabitEthernet0/0

description OOB Management

vrf forwarding Mgmt-intf

ip address 10.255.0.41 255.255.0.0

duplex full

speed auto

media-type rj45

!

interface GigabitEthernet0/1

description to iosv-2

no ip address

duplex full

```
speed auto  
media-type rj45  
ipv6 address 2001:DB8:A:0:1:1:0:17/126  
ipv6 ospf 1 area 0  
ipv6 ospf cost 1  
!  
router ospfv3 1  
  router-id 192.168.0.12  
!  
  address-family ipv6 unicast  
    exit-address-family  
!  
router bgp 1  
  bgp router-id 192.168.0.12  
  bgp log-neighbor-changes  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 remote-as 1  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 description iBGP peer iosv-1  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 update-source Loopback0  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 remote-as 1  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 description iBGP peer iosv-2  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 update-source Loopback0  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 remote-as 1  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 description iBGP peer iosv-3  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 update-source Loopback0  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 remote-as 1  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 description iBGP peer iosv-4  
  neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 update-source Loopback0
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 description iBGP peer iosv-5
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 description iBGP peer iosv-6
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 update-source Loopback0
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 remote-as 1
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 description iBGP peer iosv-7
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 update-source Loopback0
!
address-family ipv4
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
no neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
exit-address-family
!
address-family ipv6
network 2001:DB8:B:0:1::9/128
neighbor 2001:DB8:B:0:1::2 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::3 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::4 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::5 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::6 activate
```

```
neighbor 2001:DB8:B:0:1::7 activate
neighbor 2001:DB8:B:0:1::8 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip ssh server algorithm authentication password
!
!
!
!
control-plane
!
```

```
*****
```

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* http://www.cisco.com/go/eula. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*  
`  
banner incoming `

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\* \*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\* \*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\* \*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* http://www.cisco.com/go/eula. \*

\* \*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*  
`

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv - Cisco Systems Confidential \*

\*

\*

\* Supplemental End User License Restrictions \*

\*

\*

\* This IOSv software is provided AS-IS without warranty of any kind. \*

\* Under no circumstances may this software be used separate from \*

\* the Cisco Modeling Labs Software that this software was provided \*

\* with, or deployed or used as part of a production environment. \*

\*

\*

\* By using the software, you agree to abide by the terms and \*

\* conditions of the Cisco End User License Agreement at \*

\* <http://www.cisco.com/go/eula>. \*

\*

\*

\* Unauthorized use or distribution of this software is expressly \*

\* prohibited. \*

\*\*\*\*\*

\

!

line con 0

password cisco

line aux 0

line vty 0 4

exec-timeout 720 0

password cisco

login local

```
transport input telnet ssh
```

```
!
```

```
no scheduler allocate
```

```
!
```

### 1.2.7.9 Switsch IOSvI2-1

```
version 15.2
```

```
service timestamps debug datetime msec
```

```
service timestamps log datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
service compress-config
```

```
!
```

```
hostname iosvI2-1
```

```
!
```

```
boot-start-marker
```

```
boot-end-marker
```

```
!
```

```
!
```

```
vrf definition Mgmt-intf
```

```
!
```

```
address-family ipv4
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
address-family ipv6
```

```
exit-address-family
```

```
!
```

```
enable password cisco
```

!

no aaa new-model

!

!

!

!

vtp domain virl.lab

vtp mode transparent

!

!

!

no ip domain-lookup

ip cef

no ipv6 cef

!

!

!

spanning-tree mode pvst

spanning-tree extend system-id

!

vlan internal allocation policy ascending

!

vlan 2

name ank\_vlan2

no cdp run

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

description Loopback

no ip address

!

interface GigabitEthernet0/0

description OOB management

no switchport

vrf forwarding Mgmt-intf

ip address 10.255.0.42 255.255.0.0

negotiation auto

!

interface GigabitEthernet0/1

description to iosv-1

switchport access vlan 2

switchport mode access

media-type rj45

negotiation auto

!

interface GigabitEthernet0/2

description to iosv-5

switchport access vlan 2

switchport mode access

media-type rj45

negotiation auto

!

interface GigabitEthernet0/3

description to iosv-6

switchport access vlan 2

switchport mode access

media-type rj45

negotiation auto

!

interface GigabitEthernet1/0

description to iosv-7

switchport access vlan 2

switchport mode access

media-type rj45

negotiation auto

!

interface GigabitEthernet1/1

description to server-1

```
switchport access vlan 2
```

```
switchport mode access
```

```
media-type rj45
```

```
negotiation auto
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet1/2
```

```
description to server-2
```

```
switchport access vlan 2
```

```
switchport mode access
```

```
media-type rj45
```

```
negotiation auto
```

```
!
```

```
interface GigabitEthernet1/3
```

```
description to server-3
```

```
switchport access vlan 2
```

```
switchport mode access
```

```
media-type rj45
```

```
negotiation auto
```

```
!
```

```
ip forward-protocol nd
```

```
!
```

```
no ip http server
```

```
no ip http secure-server
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

!

!

control-plane

!

banner exec `

\*\*\*\*\*

\* IOSv is strictly limited to use for evaluation, demonstration and IOS \*

\* education. IOSv is provided as-is and is not supported by Cisco's \*

\* Technical Advisory Center. Any use or disclosure, in whole or in part, \*

\* of the IOSv Software or Documentation to any third party for any \*

\* purposes is expressly prohibited except as otherwise authorized by \*

\* Cisco in writing. \*

\*\*\*\*\*`

banner incoming `

\*\*\*\*\*

\* IOSv is strictly limited to use for evaluation, demonstration and IOS \*

\* education. IOSv is provided as-is and is not supported by Cisco's \*

\* Technical Advisory Center. Any use or disclosure, in whole or in part, \*

\* of the IOSv Software or Documentation to any third party for any \*

\* purposes is expressly prohibited except as otherwise authorized by \*

\* Cisco in writing. \*

\*\*\*\*\*`

banner login `

\*\*\*\*\*

\* IOSv is strictly limited to use for evaluation, demonstration and IOS \*

\* education. IOSv is provided as-is and is not supported by Cisco's \*

\* Technical Advisory Center. Any use or disclosure, in whole or in part, \*

\* of the IOSv Software or Documentation to any third party for any \*  
 \* purposes is expressly prohibited except as otherwise authorized by \*  
 \* Cisco in writing. \*

\*\*\*\*\*`

!

line con 0

password cisco

line aux 0

line vty 0 4

exec-timeout 720 0

password cisco

login

transport input telnet ssh

!

!

### 1.2.7.10 Server-1

bootcmd:

- ln -s -t /etc/rc.d /etc/rc.local

hostname: server-1

manage\_etc\_hosts: true

runcmd:

- start ttyS0
- systemctl start getty@ttyS0.service
- systemctl start rc-local
- sed -i '/^s\*PasswordAuthentication\s\+no/d' /etc/ssh/sshd\_config
- echo "UseDNS no" > /etc/ssh/sshd\_config
- service ssh restart

- service sshd restart

users:

- default

- gecos: User configured by VIRL Configuration Engine 0.23.10

lock-passwd: false

name: cisco

plain-text-passwd: cisco

shell: /bin/bash

ssh-authorized-keys:

- VIRL-USER-SSH-PUBLIC-KEY

sudo: ALL=(ALL) ALL

write\_files:

- path: /etc/init/ttys0.conf

owner: root:root

content: |

# ttys0 - getty

# This service maintains a getty on ttys0 from the point the system is

# started until it is shut down again.

start on stopped rc or RUNLEVEL=[12345]

stop on runlevel [!12345]

respawn

exec /sbin/getty -L 115200 ttys0 vt102

permissions: '0644'

- path: /etc/systemd/system/dhclient@.service

content: |

[Unit]

Description=Run dhclient on %i interface

```

After=network.target

[Service]

Type=oneshot

ExecStart=/sbin/dhclient %i -pf /var/run/dhclient.%i.pid -lf /var/lib/dhclient/dhclient.%i.lease

RemainAfterExit=yes

owner: root:root
permissions: '0644'

- path: /etc/rc.local
  owner: root:root
  permissions: '0755'
  content: |-  

#!/bin/sh  

ifconfig eth1 up  

ifconfig eth1 add 2001:db8:a:0:1:2:0:2/96  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1  

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1

```

```

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
exit 0

```

### 1.2.7.11 Server-2

bootcmd:

- ln -s -t /etc/rc.d /etc/rc.local

hostname: server-2

manage\_etc\_hosts: true

runcmd:

- start ttyS0
- systemctl start getty@ttyS0.service
- systemctl start rc-local
- sed -i '/^s\*PasswordAuthentication\s\+no/d' /etc/ssh/sshd\_config
- echo "UseDNS no" > /etc/ssh/sshd\_config

- service ssh restart

- service sshd restart

users:

- default

- gecos: User configured by VIRL Configuration Engine 0.23.10

lock-passwd: false

name: cisco

plain-text-passwd: cisco

shell: /bin/bash

ssh-authorized-keys:

- VIRL-USER-SSH-PUBLIC-KEY

sudo: ALL=(ALL) ALL

write\_files:

- path: /etc/init/ttys0.conf

owner: root:root

content: |

# ttys0 - getty

# This service maintains a getty on ttys0 from the point the system is

# started until it is shut down again.

start on stopped rc or RUNLEVEL=[12345]

stop on runlevel [!12345]

respawn

exec /sbin/getty -L 115200 ttys0 vt102

permissions: '0644'

- path: /etc/systemd/system/dhclient@.service

content: |

[Unit]

```
Description=Run dhclient on %i interface
After=network.target

[Service]
Type=oneshot
ExecStart=/sbin/dhclient %i -pf /var/run/dhclient.%i.pid -lf /var/lib/dhclient/dhclient.%i.lease
RemainAfterExit=yes

owner: root:root
permissions: '0644'

- path: /etc/rc.local
  owner: root:root
  permissions: '0755'
  content: |-
    #!/bin/sh
    ifconfig eth1 up
    ifconfig eth1 add 2001:db8:a:0:1:2:0:4/96
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
    route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
```

```

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
exit 0

```

### 1.2.7.12 Server-3

bootcmd:

- ln -s -t /etc/rc.d /etc/rc.local

hostname: server-3

manage\_etc\_hosts: true

runcmd:

- start ttyS0
- systemctl start getty@ttyS0.service
- systemctl start rc-local
- sed -i '/^s\*PasswordAuthentication\s\+no/d' /etc/ssh/sshd\_config

```
- echo "UseDNS no" >> /etc/ssh/sshd_config
```

```
- service ssh restart
```

```
- service sshd restart
```

users:

```
- default
```

```
- gecos: User configured by VIREL Configuration Engine 0.23.10
```

```
lock-passwd: false
```

```
name: cisco
```

```
plain-text-passwd: cisco
```

```
shell: /bin/bash
```

```
ssh-authorized-keys:
```

```
- VIREL-USER-SSH-PUBLIC-KEY
```

```
sudo: ALL=(ALL) ALL
```

write\_files:

```
- path: /etc/init/ttys0.conf
```

```
owner: root:root
```

```
content: |
```

```
# ttys0 - getty
```

```
# This service maintains a getty on ttys0 from the point the system is
```

```
# started until it is shut down again.
```

```
start on stopped rc or RUNLEVEL=[12345]
```

```
stop on runlevel [!12345]
```

```
respawn
```

```
exec /sbin/getty -L 115200 ttys0 vt102
```

```
permissions: '0644'
```

```
- path: /etc/systemd/system/dhclient@.service
```

```
content: |
```

## [Unit]

Description=Run dhclient on %i interface

After=network.target

## [Service]

Type=oneshot

ExecStart=/sbin/dhclient %i -pf /var/run/dhclient.%i.pid -lf /var/lib/dhclient/dhclient.%i.lease

RemainAfterExit=yes

owner: root:root

permissions: '0644'

- path: /etc/rc.local

owner: root:root

permissions: '0755'

content: |-

```
#!/bin/sh
```

```
ifconfig eth1 up
```

```
ifconfig eth1 add 2001:db8:a:0:1:2:0:5/96
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:3 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
```

```
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
```

```

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:6 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:7 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:2:0:8 dev eth1
exit 0

```

### 1.2.7.13 Server-4

bootcmd:

- ln -s -t /etc/rc.d /etc/rc.local

hostname: server-4

manage\_etc\_hosts: true

runcmd:

- start ttyS0
- systemctl start getty@ttyS0.service
- systemctl start rc-local

```
- sed -i '/^s*PasswordAuthentication\s\+no/d' /etc/ssh/sshd_config
```

```
- echo "UseDNS no" > /etc/ssh/sshd_config
```

```
- service ssh restart
```

```
- service sshd restart
```

users:

```
- default
```

```
- gecos: User configured by VIRL Configuration Engine 0.23.10
```

```
lock-passwd: false
```

```
name: cisco
```

```
plain-text-passwd: cisco
```

```
shell: /bin/bash
```

```
ssh-authorized-keys:
```

```
- VIRL-USER-SSH-PUBLIC-KEY
```

```
sudo: ALL=(ALL) ALL
```

write\_files:

```
- path: /etc/init/ttys0.conf
```

```
owner: root:root
```

```
content: |
```

```
# ttys0 - getty
```

```
# This service maintains a getty on ttys0 from the point the system is
```

```
# started until it is shut down again.
```

```
start on stopped rc or RUNLEVEL=[12345]
```

```
stop on runlevel [!12345]
```

```
respawn
```

```
exec /sbin/getty -L 115200 ttys0 vt102
```

```
permissions: '0644'
```

```
- path: /etc/systemd/system/dhclient@.service
```

content: |

[Unit]

Description=Run dhclient on %i interface

After=network.target

[Service]

Type=oneshot

ExecStart=/sbin/dhclient %i -pf /var/run/dhclient.%i.pid -lf /var/lib/dhclient/dhclient.%i.lease

RemainAfterExit=yes

owner: root:root

permissions: '0644'

- path: /etc/rc.local

owner: root:root

permissions: '0755'

content: |-

#!/bin/sh

ifconfig eth1 up

ifconfig eth1 add 2001:db8:a:0:1:1:0:6/126

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:4/126 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:8/125 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:1:0:10/124 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

route -A inet6 add 2001:db8:a:0:1:2::/95 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::2/127 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::4/126 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

route -A inet6 add 2001:db8:b:0:1::8/127 gw 2001:db8:a:0:1:1:0:7 dev eth1

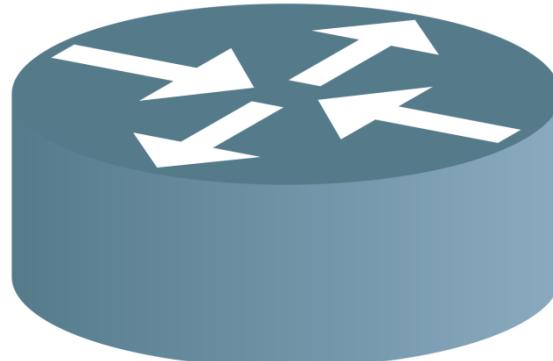
exit 0

## 2. HARDWARE IMPLEMENTATION

### 2.1. Routers & Interfaces

Ein Router ist ein Netzwerkgerät, das Datenpakete zwischen Computernetzwerken weiterleitet. Router führen die Verkehrs leitenden Funktionen im Internet aus. Ein Datenpaket wird normalerweise von einem Router an einen anderen Router über die Netzwerke weitergeleitet, die einen Netzwerkverbund bilden, bis er seinen Zielknoten erreicht.

Ein Router ist mit zwei oder mehr Datenleitungen aus verschiedenen Netzwerken verbunden. Wenn ein Datenpaket in einer der Zeilen eingeht, liest der Router die Netzwerkadressinformationen im Paket, um das ultimative Ziel zu bestimmen. Mithilfe der Informationen in der Routingtabelle oder der Routing Richtlinie wird das Paket dann auf dem Weg zum nächsten Netzwerk geleitet.



Router Symbol

#### 2.1.2. Arbeitsweise

Router arbeiten auf Schicht 3 (Vermittlungsschicht/Network Layer) des OSI-Referenzmodells. Ein Router besitzt mindestens eine Schnittstelle (englisch Interface), die Netze anbindet.

Schnittstellen können auch virtuell sein, wenn diese z. B. zum Vermitteln von Daten zwischen virtuellen Netzen (VLAN) verwendet werden.<sup>1</sup>

Wenn mehrere Router in miteinander verbundenen Netzwerken verwendet werden, können die Router Informationen über Zieladressen mithilfe eines Routingprotokolls austauschen. Jeder Router baut eine Routingtabelle auf, die die bevorzugten Routen zwischen zwei beliebigen Systemen in den miteinander verbundenen Netzwerken auflistet.

## 2.1.3 IPv4-Adressen:

Die wichtigste Aufgabe von IP (Internet Protocol) ist, dass jeder Host in einem dezentralen TCP/IP-Netzwerk gefunden werden kann. Dazu wird jedem Hardware-Interface (Netzwerkkarte oder -adapter) eine logische IPv4-Adresse zugewiesen.

Die IPv4-Adresse ist mit den Angaben zu Straße, Hausnummer und Ort einer Anschrift vergleichbar.

### 2.1.3.1 Struktur im IPv4-Addressraum:

Der IPv4-Addressraum umfasst 32 Bit und reicht von 0.0.0.0 bis 255.255.255.255. Rein rechnerisch ergibt sich aus einer 32-Bit-Adresse eine Anzahl von  $2^{32}$  Adressen. Das entspricht über 4 Milliarden Adressen. Als man den Addressraum definierte, entsprach das damals ungefähr der Weltbevölkerung. Damals war es undenkbar, dass jeder Mensch irgendwann mal eine IPv4-Adresse brauchen, geschweige denn, dass jemand ein persönliches Endgerät (Smartphone) mit einer IPv4-Adresse mit sich herumtragen würde.

Für jede IP-Adresse müsste ein IP-Router wissen, wo sich der entsprechende Host befindet. Das wäre bei 4 Milliarden IPv4-Adressen ein sehr großer Datenbestand, der bei jedem Datenpaket erneut durchlaufen werden müsste, um den Host zu finden. Außerdem müsste jeder Router auf dem Weg zum Host den Vorgang wiederholen. Das würde viel Rechenleistung und Speicherkapazität voraussetzen, die in der Anfangszeit von TCP/IP undenkbar war. Aus diesem

---

<sup>1</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Router>

Grund hat man dem IPv4-Adressraum eine gewisse Struktur gegeben, um die Routing-Entscheidungen in den Routern einfacher zu machen. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass damals die Verfügbarkeit von Rechenleistung und Speicher geringer war.

Im Prinzip hat man sich eine Art Verzeichnis überlegt, wo drin steht, wo sich eine IPv4-Adresse im Netzwerk befindet. Bei Telefonnummern kennen wir die Aufteilung in Ländervorwahl, Ortsvorwahl und Teilnehmerrufnummer. So eine Struktur hatte man sich auch bei IPv4-Adressen vorgestellt. Damit IP-Router möglichst effizient arbeiten können,

	<b>Netzadressen</b>	<b>Hostadresse</b>	<b>Netzklaasse</b>	<b>Subnetzmaske</b>	<b>CIDR-Suffix</b>
IPv4-Adresse	xxx	.yyy.yyy.yyy	A	255.0.0.0	/8
Subnetzmaske	255	.0.0.0			
IPv4-Adresse	xxx.xxx	.yyy.yyy	B	255.255.0.0	/16
Subnetzmaske	255.255.	.0.0			
IPv4-Adresse	xxx.xxx.xxx	.yyy	C	255.255.255.0	/24
Subnetzmaske	255.255.255	.0			

wurden IPv4-Adressen anfangs hierarchisch zugewiesen. Das hat aber nicht sehr lange funktioniert. Wegen einem zu geringen Adressraum gilt die regionale Zuteilung, wie bei Telefonnummer, nicht mehr.

Trotzdem bilden IPv4-Adressen eine Hierarchie ab. Jede IPv4-Adresse besteht im Prinzip aus zwei Teilen. Dem Netz (Subnetz) bzw. der Netzadresse (Netz-ID) und dem Host bzw. der Hostadresse (Host-ID). Beide Teile werden in der IP-Adresse abgebildet.

Für das IP-Routing ist nur die Netzadresse wichtig. Und die Hostadresse ist nur für den Router wichtig, in dessen Netz sich der Host befindet.

Bei einer IPv4-Adresse ist der vordere Teil die Netzadresse und der hintere Teil die Hostadresse. Die Teilung findet typischerweise an einem Punkt (".") statt. Aber nicht immer. An welcher Stelle genau die IPv4-Adresse in Netz und Host geteilt wird, das entscheidet die Netzklaasse, die Subnetzmaske oder das CIDR-Suffix.

### 2.1.3.2 IPv4-Netzklassen:

Das Prinzip der IPv4-Netzklassen oder auch die englische Bezeichnung "classful network" definiert eine feste Unterteilung des IPv4-Adressraums in Teilnetze bzw. Subnetze. Dadurch

kann die Größe eines Netzwerks und dessen Adresse aus der IPv4-Adresse abgeleitet werden. Mit der Netzklassierung wird aber nicht die tatsächliche Größe eines Netzwerks angegeben, sondern nur wie viele Adressen es maximal umfassen kann.

Die Netzklassierung definiert, an welcher Stelle in der IPv4-Adresse die Trennung zwischen Netz- und Hostadresse stattfindet.

- Class A: 8 Bit Netz (y) und 24 Bit Host (x): yyy.xxx.xxx.xxx
- Class B: 16 Bit Netz (y) und 16 Bit Host (x): yyy.yyy.xxx.xxx
- Class C: 24 Bit Netz (y) und 8 Bit Host (x): yyy.yyy.yyy.xxx
- Class D: für Multicast reserviert, lokal nutzbar
- Class E: reserviert, nur teilweise benutzt

Dieses starre Netzklassen-Modell ist aber reichlich unpraktisch. Es führt dazu, dass zu große Adressbereiche pauschal vergeben werden (müssen), auch wenn die nutzende Organisation die Anzahl der Adressen gar nicht wirklich braucht. Umgekehrt bekommen kleine Organisationen nur einen kleinen Adressbereich, obwohl sie vielleicht einen größeren bräuchten.

Das Prinzip der Netzklassen wird heute nur noch in Randbereichen angewendet. Maßgeblich ist heute Subnetting und CIDR. Von Netzklassen spricht man heute nur noch in Bildung und Lehre. Das Prinzip der Netzklassen wurde im Jahr 1993 von CIDR (Classless Inter-Domain Routing) ersetzt und spielt deshalb in der Praxis heute keine Rolle mehr.

### 2.1.3.3 IPv4-Konfiguration:

- Damit ein Netzwerk-Teilnehmer in einem TCP/IP-Netzwerk teilnehmen kann benötigt er zumindest eine IP-Adresse. Diese sollte zumindest im lokalen Netzwerk einmalig sein (private IPv4-Adresse). Zusätzlich bedarf es der Angabe einer Subnetzmaske, damit der Host weiß, in welches Netz er gehört. Damit eine Kommunikation ins öffentliche Netzwerk möglich ist, bedarf es auch noch der IPv4-Adresse des Standard-Gateways (Default-Gateway). Damit die Auflösung von Domain- oder Computer-Namen möglich ist, muss auch noch die IPv4-Adresse eines DNS-Servers. Erst mit diesen vier Angaben ist eine IPv4-Konfiguration vollständig.
- Bei der IPv4-Konfiguration sorgt man dafür, dass ein IP-Host diese Parameter erhält, damit er das TCP/IP-Netzwerk nutzen kann.
- IPv4-Adresse

- Subnetzmaske
- IPv4-Adresse des Standard-Gateways (für Verbindungen ins öffentliche Netzwerk)
- IPv4-Adresse des DNS-Servers (für die Auflösung von Domain- und Computer-Namen)
- Es gibt mehrere Möglichkeiten die IPv4-Konfiguration vorzunehmen. Man unterscheidet in der Regel zwischen manuell (fest/statisch) und automatisch (APIPA) oder halbautomatisch (BOOTP oder DHCP) bzw. zwischen statisch und dynamisch.
- Manuelle IPv4-Konfiguration (manuell/statisch)
- Autokonfiguration mit IPv4LL (automatisch/dynamisch)
- Autokonfiguration mit BOOTP (halbautomatisch/dynamisch)
- Autokonfiguration mit DHCP (halbautomatisch/dynamisch)

## 2.1.4 IPv6-Adressen:

Eine IPv6-Adresse ist eine Netzwerk-Adresse, die einen Host eindeutig innerhalb eines IPv6-Netzwerks logisch adressiert. Die Adresse wird auf IP- bzw. Vermittlungsebene (des OSI-Schichtenmodells) benötigt, um Datenpakete verschicken und zustellen zu können. Im Gegensatz zu anderen Adressen hat ein IPv6-Host mehrere IPv6-Adressen, die unterschiedliche Gültigkeitsbereiche haben.

Konkret bedeutet das, dass wenn von IPv6-Adressen die Rede ist, dass nicht immer klar ist, welchen Gültigkeitsbereich diese IPv6-Adressen aufweisen. Grob unterscheidet man zwischen verbindungslokalen und globalen IPv6-Adressen. Die verbindungslokale IPv6-Adresse ist nur im lokalen Netzwerk gültig und wird nicht geroutet. Die globale IPv6-Adresse ist über das lokale Netzwerk hinaus im Internet gültig.

Eine IPv6-Adresse hat eine Länge von 128 Bit. Diese Adresslänge erlaubt eine unvorstellbare Menge von 2128 oder  $3,4 \times 10^{38}$  IPv6-Adressen. Das sind 340.282.366.900.000.000.000.000.000.000.000 IPv6-Adressen, also rund 340 Sextillionen Adressen. Bei IPv4 spricht man von rund 4,3 Milliarden Adressen.

Der Adressraum von IPv6 reicht aus, um umgerechnet jeden Quadratmillimeter der Erdoberfläche inklusive der Ozeane mit rund 600 Billiarden Adressen zu pflastern. Weil man mit dieser großen Menge an Adressen verschwenderisch umgehen darf, spart man sich eine aufwendige Verwaltung, wie es bei IPv4-Adressen notwendig ist.

## 2.1.5 Routing

Routing ist die Wegfindung für ein Datenpaket in einem Netzwerk. Dabei wird der Weg zum Ziel anhand einem oder mehreren Kriterien (metric) ermittelt. Je mehr Kriterien berücksichtigt werden müssen, desto genauer und gezielter ist der Weg zum Ziel. Aber desto (zeit-)aufwendiger ist die Bestimmung oder Berechnung des Wegs. Das maßgebliche Hilfsmittel beim Routing ist die Routing-Tabelle

### 2.1.5.1 Routing-Tabelle

- Die Routing-Tabelle enthält eine umfassende und aktuelle Wegbeschreibung durch das Netz. In ihr sind alle bekannten Routen eingetragen. Die Routing-Tabelle wird entweder manuell gefüllt, also statische Routen angelegt, oder dynamisch im Austausch mit anderen nahegelegenen Routern gepflegt. Änderungen der möglichen Routen müssen beim statischen Routing händisch vom Administrator gepflegt werden. Beim dynamischen Routing werden die
- Routing-Tabellen von den Routern selbstständig gepflegt und an die Netzstruktur angepasst. Z. B. auch beim Ausfall von Routern oder Übertragungsstrecken. Die Routing-Tabelle enthält möglicherweise folgende Angaben:
  - alle bekannten Netzwerkadressen
  - Verbindungsarten in andere Netzwerke
  - Weginformationen zu anderen Routern
  - Verbindungskosten

### 2.1.5.2 Routing-Protokolle für dynamisches Routing

- BGP - Border Gateway Protocol
- EGP - Exterior Gateway Protocol
- IGP - Interior Gateway Protocol

- OSPF - Open Shortest Path First
- RIP - Routing Information Protocol
- DRP - DECnet Routing Protocol
- IGRP - Interior Gateway Routing Protocol
- EIGRP - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

### 2.1.5.3 Parameter und Kriterien für Routing:

Verschiedene Parameter und Kriterien können für die Wahl einer Route von Bedeutung sein:

- Verbindungskosten
- notwendige Bandbreite
- Ziel-Adresse
- Subnetz
- Verbindungsart
- Verbindungsinformationen
- bekannte Netzwerkadressen

### 2.1.5.4 OSPF – Open Shortest Path First

OSPF ist ein Routingprotokoll für Internet Protocol (IP) Netzwerke. Sie verwendet einen Link State Routing-Algorithmus und gehört in die Gruppe der Interior Gateway Protocols (IGPs), die innerhalb eines einzelnen autonomen Systems (AS) betrieben werden. Es ist die häufigst verwendete Interior Gateway Protocol in großen Unternehmensnetze.

Routing Protokolle wie OSPF berechnen die kürzeste Route zu einem Ziel über das Netzwerk basierend auf einem Algorithmus. Das erste Routing-Protokoll, das weitgehend implementiert wurde, das Routing Information Protocol (RIP), berechnet die kürzeste Route basierend auf Hops, das ist die Anzahl der Router, die ein IP-Paket durchlaufen musste, um den Ziel-Host zu erreichen. RIP hat das dynamische Routing erfolgreich implementiert, wobei sich die

Routingtabellen ändern, wenn sich die Netzwerktopologie ändert. RIP passte das Routing jedoch nicht entsprechend den sich ändernden Netzwerkbedingungen an, wie z. B. Daten Übertragungsrate. Die Nachfrage stieg für ein dynamisches Routingprotokoll, das die schnellste Route zu einem Ziel berechnen konnte. OSPF wurde so entwickelt, dass der kürzeste Pfad über ein Netzwerk basierend auf den Kosten der Route berechnet wurde, wobei die Bandbreite, die Verzögerung und die Last berücksichtigt wurden.<sup>2</sup>

Daher unternimmt OSPF die Berechnung der Routenkosten auf der Basis von Link-Cost-Parametern, die vom Administrator gewichtet werden können. OSPF wurde schnell angenommen, weil es bekannt wurde, um Routen durch große und komplexe lokale Netzwerke zuverlässig zu berechnen.<sup>3</sup>

### 2.1.5.1 Vorteile gegenüber RIP (Routing Information Protocol)

- o schnellere Konvergenz
- o bessere Skalierbarkeit
- o garantiert ein schleifenfreies Routing

### 2.1.5.2 Aufbau des OSPF-Headers

Der Header des OSPF-Protokolls kennt neben den Datenfeldern für die Version, den Typ und die Paketlänge, der Prüfsumme und der Quelladresse auch ein 4 Oktettlanges Datenfeld für die ID der Area sowie mehrere Datenfelder für die Authentisierung, wobei der Authentisierungstyp festlegt, ob überhaupt eine Authentisierung stattfinden soll.

Neben dem klassischen OSPF gibt es zwei weitere Versionen: OSPFv2 für IPv4 und OSPFv3 für IPv6. OSPFv3 basiert auf der Vorgängerversion OSPFv2 und behält die meisten darin vorhandenen Routing-Mechanismen bei. Die erweiterten Funktionen betreffen die Adressierungssemantik, die von den OSPF-Datenpaketen und den Link-State-Algorithmen (LSA) entfernt und durch neue Link-State-Algorithmen für den Transport der IPv6-Adressen ersetzt wurden. Das klassische IP-basierte OSPF läuft unter OSPFv3 auf Link-Basis und nicht mehr auf IP-Basis. Die Authentifizierung wird nicht mehr vom OSPFv3-Protokoll vorgenommen, sondern durch den Authentication Header (AH) von IPv6.

---

<sup>2</sup> Martin P. Clark (2003). *Data Networks, IP and the Internet: Protocols, Design and Operation*. John Wiley & Sons. p. 223. [ISBN 9780470848562](#).

<sup>3</sup> Martin P. Clark (2003). *Data Networks, IP and the Internet: Protocols, Design and Operation*. John Wiley & Sons. p. 232. [ISBN 9780470848562](#).

Open Shortest Path First (OSPF) ist eine Spezifikation der Internet Engineering Task Force(IETF) und wird in diversen RFCsbeschrieben. So inRFC2328. Die Version 3, OSPFv3, ist in den RFC 2740 beschrieben.

### 2.1.5.3 Warum ist Routing notwendig?

Das grundlegende Verbindungselement in einem Ethernet-Netzwerk ist der Hub oder Switch. Daran sind alle Netzwerk-Teilnehmer angeschlossen. Wenn ein Host Datenpakete verschickt, dann werden die Pakete im Hub an alle Stationen verschickt und von diesen angenommen. Jedoch verarbeitet nur der adressierte Host die Pakete weiter. Das bedeutet aber auch, dass sich alle Hosts die Gesamtbandbreite dieses Hubs teilen müssen (z. B. 10 MBit oder 100 MBit). Obwohl die physikalische Struktur und Verkabelung des Hubs ein Stern mit Punkt-zu-Punkt-Verbindungen ist, entspricht die logische Struktur einem Bus. Also eine einzige Leitung, an der alle Netzwerk-Teilnehmer angeschlossen sind. Wollen nun zwei oder mehr Hosts gleichzeitig senden, kommt es zu einer Kollision, die zu einer allgemeinen Sendepause auf dem Bus führt. Danach versuchen die Hosts erneut zu senden, bis die Übertragung erfolgreich war. Dieses Verfahren nennt man CSMA/CD. Die maximale Anzahl von Hosts an einem Ethernet-Bus ist 1.023. Je mehr Hosts an einem Hub angeschlossen sind, desto häufiger kommen Kollisionen vor, die das Netz überlasten.

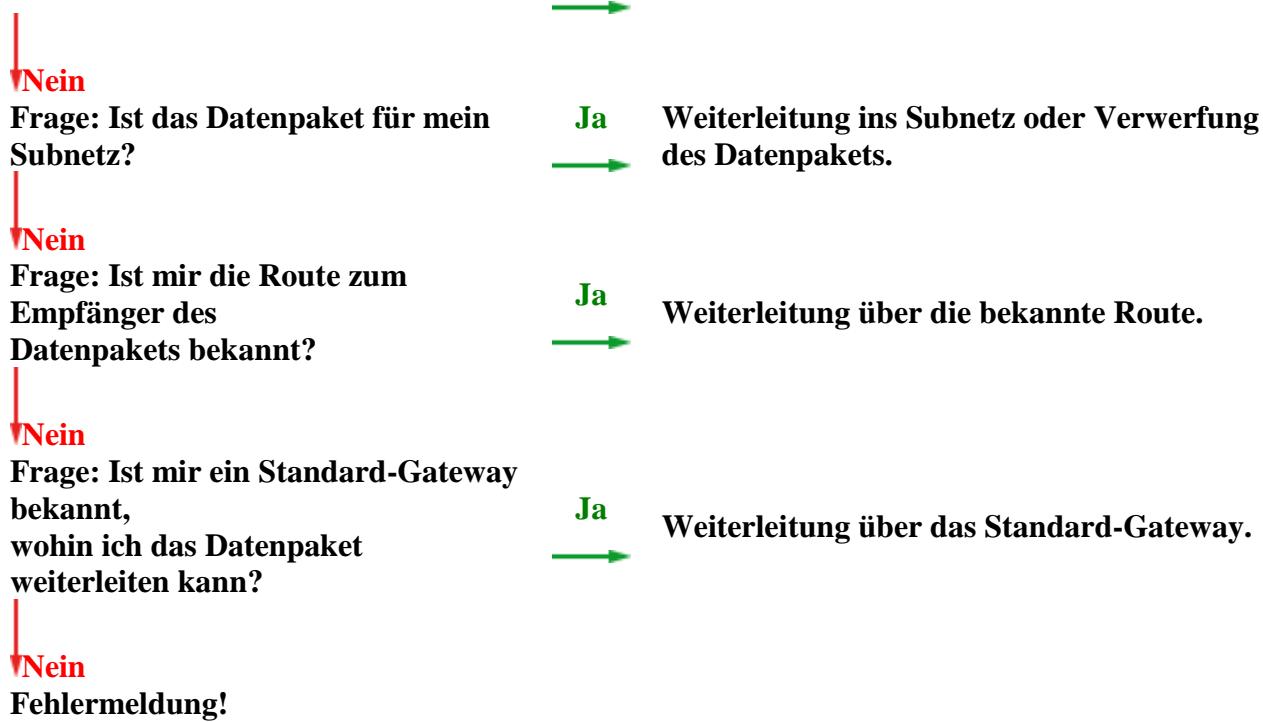
### 2.1.5.4 IP-Routing-Algorithmus

Der IP-Routing-Algorithmus gilt nicht nur für IP-Router, sondern für alle Host, die IP-Datenpakete empfangen können. Die empfangenen Datenpakete durchlaufen diesen Algorithmus bis das Datenpaket zugeordnet oder weitergeleitet werden kann.

**Datenpaket**



**Frage: Ist das Datenpaket für mich?      Ja      Verarbeitung.**



An erster Stelle des Routing-Algorithmus steht die Frage "Ist das Datenpaket für mich?". Wenn die Ziel-Adresse des Datenpaket mit der eigenen IP-Adresse übereinstimmt, dann hat das Datenpaket sein Ziel erreicht und kann verarbeitet werden.

Wenn die Adresse nicht übereinstimmt, dann wird die zweite Frage gestellt: "Ist das Datenpaket für mein Subnetz?". Dabei wird die Zieladresse mit der Subnetzmaske maskiert. Anhand des verbleibenden Adressanteils wird festgestellt, ob das Datenpaket in den eigenen Netzabschnitt (Subnetz oder Subnet) gehört.

Stimmt auch das Subnetz nicht, wird die dritte Frage gestellt: "Ist mir die Route zum Empfänger des Datenpaket bekannet?". Manchmal wissen die Hosts die Route für bestimmte IP-Adressen. Wenn die Route bekannt ist, wird das Datenpaket über diese Route weitergeleitet.

Ist die Route nicht bekannt wird die vierte Frage gestellt: "Ist mir ein Standard-Gateway bekannt, wohin ich das Datenpaket weiterleiten kann?". Das Standard-Gateway ist in der Regel ein Router, der eingehende Datenpakete anhand der Zieladresse und einigen Regeln an seine Routing-Ausgänge verteilt. Ist kein Standard-Gateway vorhanden führt das zu einer Fehlermeldung. Das Datenpaket wird verworfen.

## 2.1.6 Backbone Area

Der Backbone-Bereich (auch als Bereich 0 oder Bereich 0.0.0.0 bezeichnet) bildet den Kern eines OSPF-Netzwerks. Alle anderen Bereiche sind entweder direkt oder über andere Router mit ihm verbunden. Das Inter-Area-Routing erfolgt über Router, die mit dem Backbone-Bereich verbunden sind, und mit den zugehörigen Bereichen. Es ist die logische und physikalische Struktur für die ' OSPF-Domäne ' und wird an alle ungleich NULL-Bereiche in der OSPF-Domäne angefügt. Beachten Sie, dass in OSPF der Begriff autonome System Boundary Router (ASBR) historisch ist, in dem Sinne, dass viele OSPF-Domänen im gleichen Internet-sichtbaren autonomen System koexistieren können, RFC 1996.<sup>45</sup>

Der Backbone-Bereich ist für die Verteilung von Routinginformationen zwischen nicht-Backbone-Bereichen zuständig. Das Backbone muss zusammenhängend sein, es muss jedoch nicht physisch zusammenhängend sein. die Backbone-Konnektivität kann durch die Konfiguration virtueller Links hergestellt und gewartet werden. Alle OSPF-Bereiche müssen eine Verbindung mit dem Backbone-Bereich herstellen. Diese Verbindung kann jedoch über einen virtuellen Link.

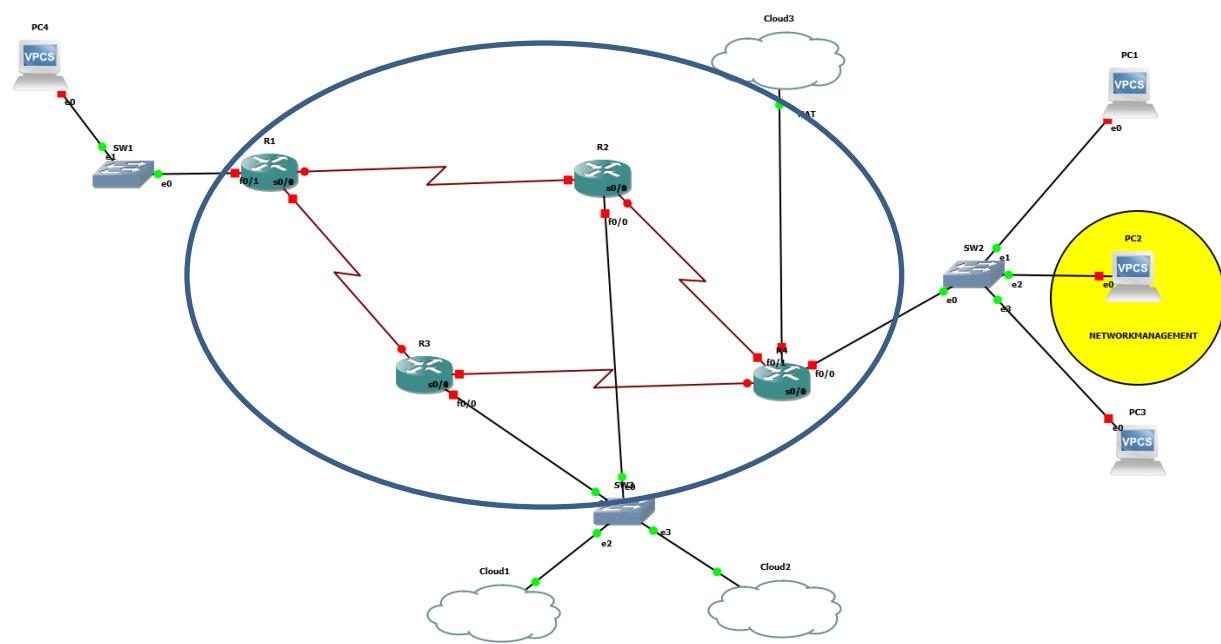
---

<sup>4</sup> ([ASGuidelines 1996](#), p. 25)

<sup>5</sup> Hawkinson, J; T. Bates (March 1996). "[Guidelines for creation, selection, and registration of an Autonomous System](#)". Internet Engineering Task Force. ASguidelines. Retrieved 2007-09-28.

## 2.2. Implementierung

### 2.2.1. Topologie



Device	INT X/X	IPV6 Address	IPV4 Address	Subnet Mask
R1	int s0/1/0	2017:ACAD:A:13::2	198.18.13.2	255.255.255.0
	int s0/1/1	2017:ACAD:A:12::1	198.18.12.1	255.255.255.0
	int f0/0			
R2	int s0/0/0	2017:ACAD:A:12::1	198.18.12.1	255.255.255.0
	int s0/1/0	2017:ACAD:A:13::2	198.18.13.2	255.255.255.0
	int f0/0			
R3	int s0/0/0	2017:ACAD:A:13::1	198.18.13.1	255.255.255.0
	int s0/0/1	2017:ACAD:A:34::1	198.18.34.1	255.255.255.0
	int f0/0			
R4	int s0/0/0	2017:ACAD:A:24::2	198.18.24.2	255.255.255.0
	int s0/0/1	2017:ACAD:A:34::2	198.18.34.2	255.255.255.0
	int f0/0			
Loopback101		2017:ACAD:A:101::1		
Loopback102		2017:ACAD:A:102::2		
Loopback103		2017:ACAD:A:103::2		
Loopback104		2017:ACAD:A:104::2		
NAT		Start 10.0.108.0 end 10.0.108.254 netmask 255.255.255.0		

## 2.2.2. Interface Konfiguration

Verwendete Kommandos:

>enable

```
>configure terminal  
#interface xy/y  
#ip add xxx.xx.x.x XXX.XXX.XXX.X  
#no shutdown
```

## 2.2.3. Ergebnis

### 2.2.3.1. Router SIR1

```
!  
!  
mgcp profile default  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
login  
transport input all  
!  
scheduler allocate 20000 1000  
end
```

SIR11#en

```
SIR11#conf t
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
SIR11(config)#int lo
```

```
SIR11(config)#int loop
```

```
SIR11(config)#int loopback 101
```

```
SIR11(config-if)#
```

\*Nov 14 16:11:04.039: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback101, changed state to up

```
SIR11(config-if)#ip add 2017:ACAD:A:1:101::1/64
```

  ^

% Invalid input detected at '^' marker.

```
SIR11(config-if)#ip add 2017:ACAD:A:101::1/64
```

  ^

% Invalid input detected at '^' marker.

```
SIR11(config-if)#ipv6 add 2017:ACAD:A:101::1/64
```

%Loopback101: Error: 2017:ACAD:A:101::1/64 is in use on Loopback0

```
SIR11(config-if)#exit
```

```
SIR11(config)#int lo
```

```
SIR11(config-if)#no ipv6 add 2017:ACAD:A:101::1/64
```

```
SIR11(config-if)#end
```

```
SIR11#
```

```
SIR11#
```

\*Nov 14 16:14:37.099: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by consolewr

Building configuration...

[OK]

SIR11#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

SIR11(config)#int loopback 101

SIR11(config-if)#ipv6 add 2017:ACAD:A:101::1/64

SIR11(config-if)#no shut

SIR11(config-if)#

SIR11(config-if)#end

SIR11#

SIR11#

SIR11#

\*Nov 14 16:15:26.823: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by console

SIR11#

SIR11#

SIR11#sho run

Building configuration...

Current configuration : 1430 bytes

!

! Last configuration change at 16:15:26 UTC Tue Nov 14 2017

!

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

```
hostname SIR11
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
!
no aaa new-model
!
memory-size iomem 15
!
dot11 syslog
ip source-route
!
!
ip cef
!
!
!
ipv6 unicast-routing
ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
```

!

!

!

!

!

!

voice-card 0

!

crypto pki token default removal timeout 0

!

!

!

!

license udi pid CISCO2811 sn FCZ111473F3

!

redundancy

!

!

!

!

!

!

!

!

!

```
interface Loopback0
no ip address
!
interface Loopback101
no ip address
ipv6 address 2017:ACAD:A:101::1/64
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0/0
ip address 198.18.12.1 255.255.255.0
ipv6 address 2017:ACAD:A:12::1/64
ipv6 enable
clock rate 2000000
!
interface Serial0/1/0
no ip address
```

```
shutdown
```

```
!
```

```
interface Serial0/1/1
```

```
no ip address
```

```
shutdown
```

```
clock rate 2000000
```

```
!
```

```
router ospf 1
```

```
network 198.18.12.0 0.0.0.255 area 0
```

```
!
```

```
ip forward-protocol nd
```

```
no ip http server
```

```
no ip http secure-server
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
logging esm config
```

```
ipv6 router ospf 1
```

```
router-id 1.1.1.1
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
control-plane
```

```
!
!
!
!
!
mgcp profile default

!
!
!
!
!
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
login
transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
end
```

```
SIR11#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
```

[OK]

```
SIR11#
#####
#17.11.2017#####
#
```

SIR1&gt;en

SIR1#sho run

Building configuration...

Current configuration : 1387 bytes

!

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname SIR1

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

!

no aaa new-model

!

memory-size iomem 15

!

dot11 syslog

ip source-route

!

!



!

redundancy

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback0

no ip address

!

interface Loopback101

no ip address

ipv6 address 2017:ACAD:A:101::1/64

!

interface FastEthernet0/0

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

no ip address

```
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0/0
ip address 198.18.12.1 255.255.255.0
ipv6 address 2017:ACAD:A:12::1/64
ipv6 enable
clock rate 2000000
!
interface Serial0/1/0
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
interface Serial0/1/1
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
router ospf 1
network 198.18.12.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
```

!

!

logging esm config

ipv6 router ospf 1

router-id 1.1.1.1

!

!

!

!

!

!

!

control-plane

!

!

!

!

mgcp profile default

!

!

!

!

!

line con 0

line aux 0

line vty 0 4

```
login
```

```
transport input all
```

```
!
```

```
scheduler allocate 20000 1000
```

```
end
```

```
SIR1#conf t
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
SIR1(config)#int s0/1/0
```

```
SIR1(config-if)#ip add 198.18.13.2 255.255.255.0
```

```
SIR1(config-if)#no shut
```

```
SIR1(config-if)#ipv
```

```
*Nov 17 14:01:56.835: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/1/0, changed state to down6 add
```

```
% Incomplete command.
```

```
SIR1(config-if)#ipv6 add 2017:ACAD:A:13::2/64
```

```
SIR1(config-if)#no shut
```

```
SIR1(config-if)#+
```

```
SIR1(config-if)#ex
```

```
SIR1(config)#router ospf 1
```

```
SIR1(config-router)#int s0/1/0
```

```
SIR1(config-if)#network 198.18.13.2/54 area 0net
```

```
^
```

```
% Invalid input detected at '^' marker.
```

```
SIR1(config-if)#router ospf 1
```

```
SIR1(config-router)#router-id 1.1.1.1
```

^

% Invalid input detected at '^' marker.

SIR1(config)#router-id 1.1.1.1

^

% Invalid input detected at '^' marker.

SIR1(config)#router ospf 1 ?

vrf VPN Routing/Forwarding Instance

<cr>

SIR1(config)#router ospf 1

SIR1(config-router)#int s0/1/0

SIR1(config-if)#router-id 1.1.1.1

^

% Invalid input detected at '^' marker.

SIR1(config-if)#router ospf 1

SIR1(config-router)#network 198.18.13.2 0.0.0.255 area 0

SIR1(config-router)#router-id 1.1.1.1

SIR1(config-router)#ex

SIR1(config)#

SIR1(config)#ipv6 router ospf 2

SIR1(config-rtr)#router-id 1.1.1.1

% OSPFv3: router-id 1.1.1.1 in use by ospf process 1

SIR1(config-rtr)#int s0/1/0

SIR1(config-if)#ipv6 ospf 2 area 0

```
SIR1(config-if)#end
SIR1#
SIR1#
*Nov 17 14:14:49.927: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
SIR1#
wr
#####10.04.2018
```

SIR1#sho ip int brief

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/0/0	unassigned	YES	NVRAM	down	down
Serial0/1/0	198.18.13.2	YES	NVRAM	up	up
Serial0/1/1	198.18.12.1	YES	NVRAM	up	up
Loopback0	unassigned	YES	NVRAM	up	up
Loopback101	unassigned	YES	NVRAM	up	up

SIR1#sho ipv6 int brief

FastEthernet0/0	[administratively down/down]
	unassigned
FastEthernet0/1	[administratively down/down]
	unassigned
Serial0/0/0	[down/down]
	FE80::21B:54FF:FE0A:E80
Serial0/1/0	[up/up]
	FE80::21B:54FF:FE0A:E80
	2017:ACAD:A:13::2

Serial0/1/1 [up/up]

FE80::21B:54FF:FE0A:E80

2017:ACAD:A:12::1

Loopback0 [up/up]

unassigned

Loopback101 [up/up]

FE80::21B:54FF:FE0A:E80

2017:ACAD:A:101::1

SIR1#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

SIR1(config)#int f0/0

SIR1(config-if)#ip add 198.18.1.1 255.255.255.0

SIR1(config-if)#no shut

SIR1(config-if)#end

SIR1#

\*Apr 10 14:22:17.239: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

\*Apr 10 14:22:17.327: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by console

\*Apr 10 14:22:18.239: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to upwr

Building configuration...

[OK]

SIR1#cop

SIR1#copy ru

SIR1#copy running-config st

SIR1#copy running-config startup-config

Destination filename [startup-config]?

Building configuration...

[OK]

SIR1#

SIR1(config-router)#router ospf 1

SIR1(config-router)#network 198.18.1.0 0.0.0.255 area 0

SIR1(config-router)#rou

SIR1(config-router)#router-id 1.1.1.1

SIR1(config-router)#end

SIR1#e

\*Apr 10 14:56:35.283: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by consolwr

Building configuration...

[OK]

SIR1#

SIR1#ping 198.18.1.10

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 198.18.1.10, timeout is 2 seconds:

.....

Success rate is 0 percent (0/5)

SIR1#

\*Apr 10 14:59:23.363: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to down

\*Apr 10 14:59:25.491: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

SIR1#ping 198.18.1.10

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 198.18.1.10, timeout is 2 seconds:

!!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms

### 2.2.3.2. Router SIR2

!

router ospf 2

!

ip forward-protocol nd

no ip http server

no ip http secure-server

!

!

!

ipv6 router ospf 2

!

!

!

!

!

!

!

control-plane

!

!

!

!

mgcp profile default

SIR2#sho ipv6 route

IPv6 Routing Table - default - 3 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route

B - BGP, HA - Home Agent, MR - Mobile Router, R - RIP

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

D - EIGRP, EX - EIGRP external, NM - NEMO, ND - Neighbor Discovery

I - LISP

O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

C 2017:ACAD:A:102::/64 [0/0]

via Loopback102, directly connected

L 2017:ACAD:A:102::1/128 [0/0]

via Loopback102, receive

L FF00::/8 [0/0]

via Null0, receive

SIR2#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

SIR2(config)#int s0/0/1

SIR2(config-if)#ip add

% Incomplete command.

SIR2(config-if)#ip add 198.18.24.1 255.255.255.0

```
SIR2(config-if)#no shut
SIR2(config-if)#
SIR2(config-if)#int
*Aug 25 11:18:30.767: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/1, changed state to down s
% Incomplete command.
```

```
SIR2(config)#int s0/0/1
SIR2(config-if)#ipv6 add 2017:ACAD:A:24::1
% Incomplete command.
```

```
SIR2(config-if)#ipv6 add 2017:ACAD:A:24::1/64
SIR2(config-if)#no shut
SIR2(config-if)#
SIR2(config-if)#end
SIR2#
*Aug 25 11:19:44.743: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
SIR2#
SIR2#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
```

```
[OK]
SIR2#sho run
Building configuration...
```

Current configuration : 1363 bytes

!

! Last configuration change at 11:19:44 UTC Thu Aug 25 2016

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname SIR2

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

!

no aaa new-model

!

!

dot11 syslog

ip source-route

!

!

ip cef

!

!

!

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

voice-card 0

!

crypto pki token default removal timeout 0

!

!

!

!

license udi pid CISCO2811 sn FCZ1341708G

!

redundancy

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback102

no ip address

ipv6 address 2017:ACAD:A:102::1/64

!

interface FastEthernet0/0

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

!

interface Serial0/0/0

ip address 198.18.12.2 255.255.255.0

ip ospf 2 area 0

ipv6 address 2017:ACAD:A12::2/64

no fair-queue

```
clock rate 125000
```

```
!
```

```
interface Serial0/0/1
```

```
ip address 198.18.24.1 255.255.255.0
```

```
ipv6 address 2017:ACAD:A:24::1/64
```

```
clock rate 125000
```

```
!
```

```
router ospf 1
```

```
network 198.18.12.0 0.0.0.255 area 0
```

```
!
```

```
router ospf 2
```

```
!
```

```
ip forward-protocol nd
```

```
no ip http server
```

```
no ip http secure-server
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
ipv6 router ospf 2
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
control-plane
```

```
!
!
!
!
mgcp profile default
```

```
!
!
!
!
!
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
login
transport input all
!
```

```
scheduler allocate 20000 1000
```

```
end
```

```
#####
#17.11.2017#####
#
```

```
SIR2#
```

```
SIR2#
```

```
SIR2#conf t
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
SIR2(config)#router ospf 1
```

```
SIR2(config-router)#network 198.18.24.1 0.0.0.255
```

% Incomplete command.

SIR2(config-router)#network 198.18.24.1 0.0.0.255 area 0

SIR2(config-router)#router-id 2.2.2.2

SIR2(config-router)#end

SIR2#

SIR2#co

\*Aug 28 09:20:53.719: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by consolenf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

SIR2(config)#ipv6 router ospf 2

SIR2(config-rtr)#router-id 2.2.2.2

SIR2(config-rtr)#int s0/0/1

SIR2(config-if)#ipv6 ospf 2 area 0

SIR2(config-if)#end

SIR2#

SIR2#

SIR2#

\*Aug 28 09:21:56.051: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by consolesho ipv6 int brief

FastEthernet0/0 [administratively down/down]

unassigned

FastEthernet0/1 [administratively down/down]

unassigned

Serial0/0/0 [down/down]

FE80::226:CBFF:FED7:C5B0

2017:ACAD:A12::2

Serial0/0/1 [down/down]

FE80::226:CBFF:FED7:C5B0

2017:ACAD:A:24::1

Loopback102 [up/up]

FE80::226:CBFF:FED7:C5B0

2017:ACAD:A:102::1

SIR2#sho ip route ospf 1

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, I - LISP

+ - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

SIR2#sho ipv6 route ospf 1

Translating "ospf"...domain server (255.255.255.255)

^

% Invalid input detected at '^' marker.

SIR2#sho ipv6 rout

SIR2#

SIR2#sho ipv6 route ospf 2

Translating "ospf"...domain server (255.255.255.255)

^

% Invalid input detected at '^' marker.

SIR2#

SIR2#sho run

Building configuration...

Current configuration : 1459 bytes

!

! Last configuration change at 09:21:56 UTC Sun Aug 28 2016

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname SIR2

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

!

no aaa new-model

!

!

dot11 syslog

ip source-route

!

!

ip cef

!

!

!

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

voice-card 0

!

crypto pki token default removal timeout 0

!

!

!

!

license udi pid CISCO2811 sn FCZ1341708G

!

redundancy

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback102

no ip address

ipv6 address 2017:ACAD:A:102::1/64

!

interface FastEthernet0/0

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

no ip address

shutdown

duplex auto

```
speed auto
!
interface Serial0/0/0
ip address 198.18.12.2 255.255.255.0
ip ospf 2 area 0
ipv6 address 2017:ACAD:A12::2/64
no fair-queue
clock rate 125000
!
interface Serial0/0/1
ip address 198.18.24.1 255.255.255.0
ipv6 address 2017:ACAD:A:24::1/64
ipv6 ospf 2 area 0
clock rate 125000
!
router ospf 2
!
router ospf 1
router-id 2.2.2.2
network 198.18.12.0 0.0.0.255 area 0
network 198.18.24.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
```

!

ipv6 router ospf 2

router-id 2.2.2.2

!

!

!

!

!

!

!

control-plane

!

!

!

!

mgcp profile default

!

!

!

!

!

!

line con 0

line aux 0

line vty 0 4

login

transport input all

!

scheduler allocate 20000 1000

end

### 2.2.3.3 Router SIR3

SIR3#sho run

Building configuration...

Current configuration : 2247 bytes

!

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname SIR3

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

!

no aaa new-model

!

memory-size iomem 15

!

dot11 syslog

ip source-route

!

!

ip cef

!

!

!

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

voice-card 0

!

crypto pki token default removal timeout 0

!

!

!

!

license udi pid CISCO2811 sn FCZ111473FB

username donrez secret 5 \$1\$Oktj\$gzo08IXbsXJ7w2iaDPg1z.

!

redundancy

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback103

ip address 198.18.101.3 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:103::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

!

interface FastEthernet0/0

ip address 198.18.0.3 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

ip address 198.18.3.2 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface Serial0/0/0

ip address 198.18.13.1 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:13::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

clock rate 125000

!

interface Serial0/0/1

ip address 198.18.34.1 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:34::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

!

router ospf 1

router-id 3.3.3.3

network 192.18.0.0 0.0.0.255 area 0

--More--

!

router ospf 1

router-id 3.3.3.3

network 192.18.0.0 0.0.0.255 area 0

SIR3#sho run

Building configuration...

Current configuration : 2247 bytes

!

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname SIR3

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

!

no aaa new-model

!

memory-size iomem 15

!

dot11 syslog

ip source-route

!

!

ip cef

!

!

!

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

voice-card 0

!

crypto pki token default removal timeout 0

!

!

!

!

license udi pid CISCO2811 sn FCZ111473FB

username donrez secret 5 \$1\$Oktj\$gzo08IXbsXJ7w2iaDPg1z.

!

redundancy

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

interface Loopback103

ip address 198.18.101.3 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:103::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

!

interface FastEthernet0/0

ip address 198.18.0.3 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

ip address 198.18.3.2 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface Serial0/0/0

ip address 198.18.13.1 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:13::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

clock rate 125000

!

interface Serial0/0/1

ip address 198.18.34.1 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:34::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

!

router ospf 1

router-id 3.3.3.3

network 192.18.0.0 0.0.0.255 area 0

network 192.18.3.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.13.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.34.0 0.0.0.255 area 0

!

ip forward-protocol nd

no ip http server

no ip http secure-server

!

!

!

logging esm config

ipv6 router ospf 2

router-id 3.3.3.3

!

!

!

!

!

snmp-server user operator operatorgrp v3

snmp-server group CHIEFADMINS v3 priv

snmp-server group operatorgrp v3 noauth read nwtk

snmp-server group administratorgrp v3 auth read nwtk write nwtk

snmp-server view nwtk system included

snmp-server view nwtk cisco included

snmp-server community TGM\_RO RO

snmp-server community TGM\_RW RW

snmp-server location TGM Wien 20

snmp-server contact Klasse 4AKELN

snmp-server host 198.18.4.20 TGMTRAP

!

!

control-plane

!

!

!

!

mgcp profile default

!

!

!

!

banner motd ^C

\*\*\*\*This device is for authorized personnel only. If you have not been provided with permission to access this device - disconnect at once. \*\*\* ^C

!

line con 0

login local

line aux 0

line vty 0 4

login local

transport input all

!

scheduler allocate 20000 1000

end

#### 2.2.3.4 Router SIR4

SIR4#sho run

Building configuration...

Current configuration : 6868 bytes

!

version 15.1

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname SIR4

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

no aaa new-model

!

memory-size iomem 10

!

dot11 syslog

ip source-route

!

!

ip cef

!

!

ipv6 unicast-routing

ipv6 cef

!

multilink bundle-name authenticated

!

!

!

voice-card 0

!

license udi pid CISCO2811 sn FCZ130670KM

username donrez secret 5 \$1\$LVKw\$DiOYTh3PN64srE//clHJv0

!

redundancy

!

interface Loopback104

ip address 198.18.101.4 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:104::1/64

ipv6 ospf 2 area 0

!

interface FastEthernet0/0

ip address 10.0.108.150 255.255.255.0

ip nat outside

ip nat enable

ip virtual-reassembly

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

ip address 198.18.4.1 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface Serial0/0/0

ip address 198.18.24.2 255.255.255.0

ip nat inside

ip virtual-reassembly

ipv6 address 2017:ACAD:A:24::2/64

ipv6 ospf 2 area 0

no fair-queue

clock rate 125000

!

interface Serial0/0/1

ip address 198.18.34.2 255.255.255.0

ipv6 address 2017:ACAD:A:34::2/64

ipv6 ospf 2 area 0

clock rate 125000

--More--

!

interface Serial0/2/0

no ip address

shutdown

clock rate 2000000

!

interface Serial0/2/1

no ip address

shutdown

clock rate 2000000

!

router ospf 1

router-id 4.4.4.4

log-adjacency-changes

network 10.0.108.0 0.0.0.255 area 0

network 192.18.0.0 0.0.0.255 area 0

network 192.18.4.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.0.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.4.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.24.0 0.0.0.255 area 0

network 198.18.34.0 0.0.0.255 area 0

!

ip forward-protocol nd

no ip http server

no ip http secure-server

!

!

ip nat pool MY-POOL 10.0.108.0 10.0.108.254 netmask 255.255.255.0

ip nat inside source list NAT-LIST pool MY-POOL

!

ip access-list standard NAT-LIST

permit 198.18.0.0 0.0.0.255

!

```
access-list 1 permit 198.18.0.0 0.0.0.255
```

```
ipv6 router ospf 2
```

```
router-id 4.4.4.4
```

```
log-adjacency-changes
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
snmp-server user operator operatorgrp v3
```

```
snmp-server group CHIEFADMINS v3 priv
```

```
snmp-server group operatorgrp v3 noauth read nwtk
```

```
snmp-server group administratorgrp v3 auth read nwtk write nwtk
```

snmp-server view nwtk system included

snmp-server view nwtk cisco included

snmp-server community TGM\_RO RO

snmp-server community TGM\_RW RW

snmp-server location TGM Wien 20

snmp-server contact Klasse 4AKELN

snmp-server enable traps snmp authentication linkdown linkup coldstart warmstart

snmp-server enable traps vrrp

snmp-server enable traps ds1

snmp-server enable traps call-home message-send-fail server-fail

snmp-server enable traps tty

snmp-server enable traps eigrp

snmp-server enable traps ospf state-change

snmp-server enable traps ospf errors

snmp-server enable traps ospf retransmit

snmp-server enable traps ospf lsa

snmp-server enable traps ospf cisco-specific state-change nssa-trans-change

snmp-server enable traps ospf cisco-specific state-change shamlink interface-old

snmp-server enable traps ospf cisco-specific state-change shamlink neighbor

snmp-server enable traps ospf cisco-specific errors

snmp-server enable traps ospf cisco-specific retransmit

snmp-server enable traps ospf cisco-specific lsa

snmp-server enable traps xgcp

snmp-server enable traps flash insertion removal

snmp-server enable traps c3g

snmp-server enable traps adslline

snmp-server enable traps ds3

snmp-server enable traps envmon

snmp-server enable traps icsudsu

snmp-server enable traps isdn call-information

snmp-server enable traps isdn layer2

snmp-server enable traps isdn chan-not-avail

snmp-server enable traps isdn ietf

snmp-server enable traps ds0-busyout

snmp-server enable traps ds1-loopback

snmp-server enable traps ethernet cfm cc mep-up mep-down cross-connect loop config

snmp-server enable traps ethernet cfm crosscheck mep-missing mep-unknown service-up

snmp-server enable traps license

snmp-server enable traps disassociate

snmp-server enable traps deauthenticate

snmp-server enable traps authenticate-fail

snmp-server enable traps dot11-qos

snmp-server enable traps switch-over

snmp-server enable traps rogue-ap

snmp-server enable traps wlan-wep

snmp-server enable traps rf

snmp-server enable traps aaa\_server

snmp-server enable traps atm subif

snmp-server enable traps bgp

snmp-server enable traps bulkstat collection transfer

snmp-server enable traps memory bufferpeak

snmp-server enable traps cnpd

snmp-server enable traps config-copy

snmp-server enable traps config

snmp-server enable traps config-ctid

snmp-server enable traps dial

snmp-server enable traps dsp card-status

snmp-server enable traps dsp oper-state

snmp-server enable traps entity

snmp-server enable traps fru-ctrl

snmp-server enable traps resource-policy

snmp-server enable traps event-manager

snmp-server enable traps frame-relay multilink bundle-mismatch

snmp-server enable traps frame-relay

snmp-server enable traps frame-relay subif

snmp-server enable traps hsrp

snmp-server enable traps ipmulticast

snmp-server enable traps isis

snmp-server enable traps mpls traffic-eng

snmp-server enable traps mpls fast-reroute protected

snmp-server enable traps mpls rfc ldp

snmp-server enable traps mpls ldp

snmp-server enable traps msdp

snmp-server enable traps mvpn

snmp-server enable traps pim neighbor-change rp-mapping-change invalid-pim-message

snmp-server enable traps pppoe

snmp-server enable traps cpu threshold

snmp-server enable traps rsvp

snmp-server enable traps ipsla

snmp-server enable traps syslog

snmp-server enable traps l2tun session

snmp-server enable traps l2tun pseudowire status

snmp-server enable traps vtp

snmp-server enable traps pw vc

snmp-server enable traps firewall serverstatus

snmp-server enable traps ipmobile

snmp-server enable traps nhrp nhs

snmp-server enable traps nhrp nhc

snmp-server enable traps nhrp nhp

snmp-server enable traps nhrp quota-exceeded

snmp-server enable traps isakmp policy add

snmp-server enable traps isakmp policy delete

snmp-server enable traps isakmp tunnel start

snmp-server enable traps isakmp tunnel stop

snmp-server enable traps ipsec cryptomap add

snmp-server enable traps ipsec cryptomap delete

snmp-server enable traps ipsec cryptomap attach

snmp-server enable traps ipsec cryptomap detach

snmp-server enable traps ipsec tunnel start

snmp-server enable traps ipsec tunnel stop

snmp-server enable traps ipsec too-many-sas

snmp-server enable traps ccme

snmp-server enable traps srst

snmp-server enable traps mpls vpn

snmp-server enable traps voice

snmp-server enable traps dnis

snmp-server host 198.18.4.20 TGMTRAP

!

!

control-plane

!

!

!

!

!

!

!

banner motd ^C

\*\*\*\*This device is for authorized personnel only. If you have not been provided with permission  
to access this device - disconnect at once. \*\*\* ^C

!

line con 0

login local

line aux 0

line vty 0 4

login local

transport input all

!

scheduler allocate 20000 1000

end

## 3.NETZWERK ADDRESS TRANSLATION

### 3.1. Network Address Translation

NAT (Network Address Translation) ist ein Verfahren, dass in IP-Routern eingesetzt wird, die lokale Netzwerke mit dem Internet verbinden. Weil Internet-Zugänge in der Regel nur über eine einzige öffentliche und damit routbare IPv4-Adresse verfügen, müssen sich alle anderen Hosts im lokalen Netzwerk mit privaten IPv4-Adressen begnügen. Private IP-Adressen dürfen zwar mehrfach verwendet werden, aber besitzen in öffentlichen Netzen keine Gültigkeit. Hosts mit einer privaten IPv4-Adresse können somit nicht mit Hosts außerhalb des lokalen Netzwerks kommunizieren.

Damit trotzdem alle Computer mit privater IPv4-Adresse Zugang zum Internet bekommen können, muss der Internet-Zugangs-Router in allen ausgehenden Datenpaketen die private IPv4-Adresse der lokalen Hosts durch seine eigene, öffentliche IPv4-Adresse ersetzen. Damit die eingehenden Datenpakete dem lokalen Host zugeordnet werden können, speichert der Router zusätzliche die Port-Nummern der TCP-Verbindungen in einer sogenannten NAT-Tabelle.

In Verbindung mit den privaten IPv4-Adressen wird NAT eingesetzt, damit über die Netzgrenzen hinweg Daten ausgetauscht, E-Mails verschickt und empfangen, sowie auf das World Wide Web (WWW) zugegriffen werden können.

NAT ist allerdings nur eine Notlösung, um die Adressknappheit von IPv4 zu umgehen. Um die damit einhergehenden Probleme zu lösen muss langfristig auf ein Internet-Protokoll mit einem größeren Adressraum umgestellt werden. IPv6 ist ein solches Protokoll.

### 3.1.2.Warum NAT?

Die ersten IPv4-Netze waren anfangs eigenständige Netz ohne Verbindung nach außen. Hier begnügte man sich mit IPv4-Adressen aus den privaten Adressbereichen. Parallel dazu kam es bereits Ende der 1990er Jahre zu Engpässen bei öffentlichen IPv4-Adressen. Die steigende Anzahl der Einwahlzugänge über das Telefonnetz mussten mit IPv4-Adressen versorgt werden. Bis heute bekommt ein Internet-Anschluss nur eine IPv4-Adresse für ein Gerät. Damals war es undenkbar, dass an einem Internet-Anschluss ein ganzes Heimnetzwerk betrieben wird. Wenn ein Haushalt einen PC per Modem an das Telefonnetz angeschlossen und sich ins Internet eingewählt hat, dann war das schon etwas besonderes.

Heute betreibt jeder Haushalt mit Internet-Zugang sein eigenes lokales Netzwerk, in dem jedes Endgerät eine IPv4-Adresse braucht. In solchen Fällen bekommen die Geräte IPv4-Adressen aus den privaten Adressräumen 10.0.0.0/8, 192.168.0.0/16 oder 172.16.0.0/12 zugeteilt, um die wenigen öffentlichen IPv4-Adressen einzusparen.

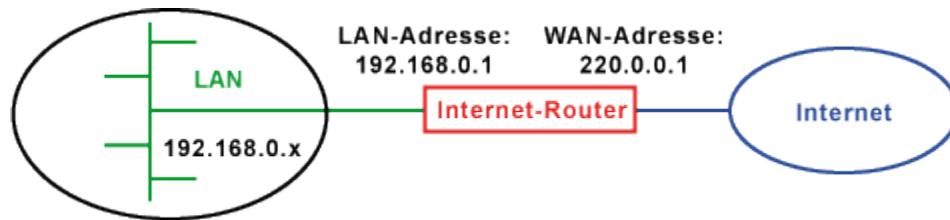
Allerdings sind private IPv4-Adressen nicht routbar. Das heißt, mit ihnen kann man keine Verbindung ins Internet aufbauen. Deshalb wurde mit NAT ein Verfahren eingeführt, bei dem in ausgehenden Datenpaketen die private IP-Adresse gegen eine öffentliche IP-Adresse ausgetauscht wird.

### 3.1.3.I Pv6 und NAT:

Durch IPv6 wird NAT überflüssig. Der Wegfall von NAT verbessert den Betrieb von Netzwerken erheblich. Fehler, die durch NAT verursacht wurden, fallen weg. Außerdem lassen sich Fehler schneller finden und beheben.

Ohne NAT werden Protokolle, wie STUN überflüssig. Das freut besonders Entwickler, weil jedes Protokoll, dass nicht implementiert werden muss, erst gar keine Sicherheitslücken aufreißen kann. Doch ohne NAT wird in Zukunft eine gut konfigurierte Firewall wichtiger werden. Bei IPv6 sollte die Firewall Verbindungsversuche von außen nach innen verhindern, wenn vorher keine Verbindung von innen nach außen bestanden hat.

### 3.1.4.SNAT - Source Network Address Translation:



Der Betrieb eines NAT-Routers ist üblicherweise an einem gewöhnlichen Internet-Anschluss. Zum Beispiel über DSL oder Kabelmodem. Der eingesetzte Router dient als Zugang zum Internet und als Standard-Gateway für das lokale Netzwerk. In der Regel wollen über den Router mehr Geräte ins Internet, als öffentliche IP-Adressen zur Verfügung stehen. In der Regel nur eine einzige.

Beispielsweise bekommt der Router des lokalen Netzwerks die öffentliche IP-Adresse 222.0.0.1 für seinen WAN-Port vom Internet Service Provider (ISP) zugewiesen. Weil nur eine öffentliche IP-Adresse vom Internet-Provider zugeteilt wurde, bekommen die Stationen im LAN private IP-Adressen aus speziell dafür reservierten Adressbereichen zugewiesen. Diese Adressen sind nur innerhalb des privaten Netzwerks gültig. Private IP-Adressen werden in öffentlichen Netzen nicht geroutet. Das bedeutet, dass Stationen mit privaten IP-Adressen keine Verbindung ins Internet bekommen können. Damit das trotzdem funktioniert, wurde NAT entwickelt.

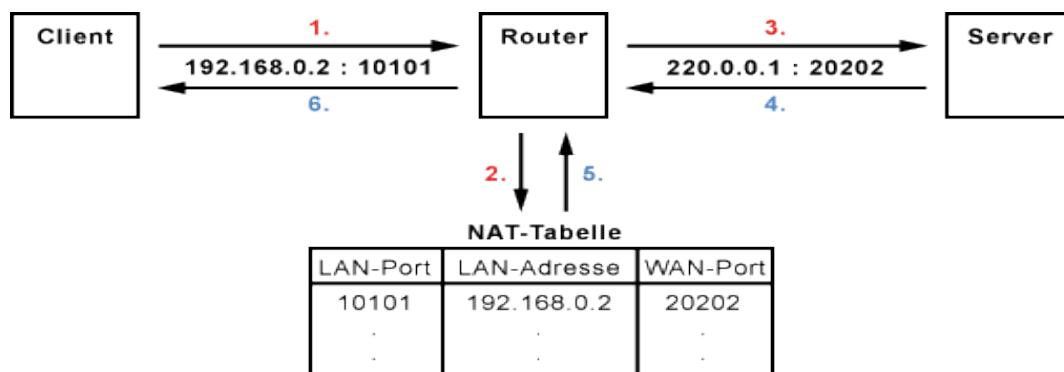
Innerhalb des lokalen Netzwerks hat der Router die IP-Adresse 192.168.0.1, die für den LAN-Port gilt und über die der Router im LAN direkt erreichbar und konfiguriert ist. Gleichzeitig handelt es sich dabei um die Adresse des Standard-Gateways und zum Beispiel des lokalen DNS-Servers. Der Router ist also das Standard-Gateway über das alle Verbindungen laufen. Mit seiner öffentlichen IP-Adresse tritt der Router als Stellvertreter für alle Stationen seines lokalen Netzwerks (LAN) auf.

Wenn ein Datenpaket mit einer Ziel-Adresse außerhalb des lokalen Netzwerks adressiert ist, dann ersetzt der Router die Quell-Adresse durch seine öffentliche IP-Adresse. Die Port-Nummer (TCP oder UDP) wird durch eine andere Port-Nummer ersetzt. Um später die Antwortpakete der richtigen Station zuordnen zu können führt der Router eine Tabelle mit den geänderten Quell-Adressen und den dazugehörigen Port-Nummern. Wenn also Pakete mit einer bestimmten Port-Nummer zurück kommen, dann ersetzt NAT die Ziel-Adresse durch die richtige Adresse und Port-Nummer.

In der NAT-Tabelle hat jeder Eintrag auch eine Zeitmarkierung. Nach einer bestimmten Zeit der Inaktivität wird der betreffende Eintrag gelöscht. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass keine Ports offen bleiben.

Weil dieses Verfahren die Absender-Adresse (Source) jedes ausgehenden Datenpakets ändert, nennt man dieses Verfahren Source NAT (SNAT). SNAT bezeichnet man in der Regel einfach als NAT.

Ablauf von SNAT:



Der Client schickt seine Datenpakete mit der IP-Adresse 192.168.0.2 und dem TCP-Port 10101 an sein Standard-Gateway, bei dem es sich um einen NAT-Router handelt.

Der NAT-Router tauscht IP-Adresse (LAN-Adresse) und TCP-Port (LAN-Port) aus und speichert beides mit der getauschten Port-Nummer (WAN-Port) in der NAT-Tabelle.

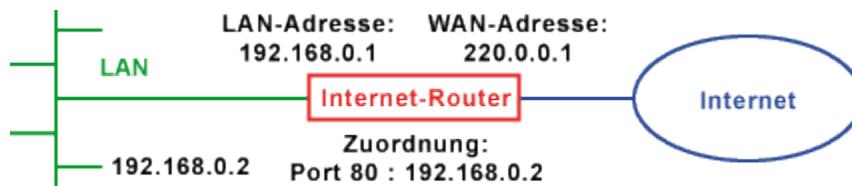
Der Router leitet das Datenpaket mit der WAN-Adresse 220.0.0.1 und der neuen TCP-Port 20202 ins Internet weiter.

Der Empfänger (Server) verarbeitet das Datenpaket und schickt seine Antwort zurück.

Der NAT-Router stellt nun anhand der Port-Nummer 20202 (WAN-Port) fest, für welche IP-Adresse (LAN-Adresse) das Paket im lokalen Netz gedacht ist.

Er tauscht die IP-Adresse und die Port-Nummer wieder aus und leitet das Datenpaket ins lokale Netz weiter, wo es der Client entgegen nimmt.

### 3.1.5.DNAT - Destination Network Address Translation (Port-Forwarding):



NAT setzt dynamisch eine öffentliche IP-Adresse auf mehrere private IP-Adressen um. Jede ausgehende Verbindung wird mit IP-Adresse und Portnummer festgehalten. Anhand der Portnummer kann NAT eingehende Datenpakete einer lokalen Station zuordnen. Diese Zuordnung ist allerdings nur für kurze Zeit gültig. Das bedeutet, dass Verbindungen nur aus dem lokalen Netzwerk ins öffentliche Netz aufgebaut werden können, nicht umgekehrt. Wenn man doch einen Host innerhalb des lokalen Netzwerks dauerhaft aus dem öffentlichen Netz erreichbar machen will, dann ist das nur über einen Umweg möglich. Das Verfahren nennt sich Destination NAT (DNAT), allgemein als Port-Forwarding oder auch Port-Weiterleitung bekannt. Dabei wird in der Router-Konfiguration ein TCP-Port fest einer IP-Adresse zugeordnet. Daraufhin leitet der Router alle auf diesem Port eingehenden Datenpakete an diesen Host weiter.

Vorsicht ist beim Freischalten von TCP-Ports (Port-Forwarding) geboten. Wer keine Server-Dienste im Internet zur Verfügung stellt, sollte alle TCP-Ports des Routers (von 0 bis 1.023) sperren. Gut vorkonfigurierte Router haben das schon automatisch eingestellt.

Wer auf Port-Forwarding nicht verzichten kann, sollte aus Sicherheitsgründen eine demilitarisierte Zone (DMZ) einrichten und so den Datenverkehr aus dem Internet aus dem lokalen Netzwerk heraus halten.

### 3.1.6 Ergebnis

!

```
ip nat pool MY-POOL 10.0.108.0 10.0.108.254 netmask 255.255.255.0
```

```
ip nat inside source list NAT-LIST pool MY-POOL
```

!

```
ip access-list standard NAT-LIST
```

```
permit 198.18.0.0 0.0.0.255
```

!

```
access-list 1 permit 198.18.0.0 0.0.0.255
```

ipv6 router ospf 2

router-id 4.4.4.4

log adjacency-changes

!

## 4. AAA-AUTHENTICATION

### 4.1.AAA-Authentication via Radius server

#### 4.1.2 Was ist RADIUS

RADIUS ist ein verteiltes Client/ Server-System, das Netzwerke vor unbefugtem Zugriff schützt. In der Cisco-Implementierung werden RADIUS-Clients auf Cisco-Routern ausgeführt und senden Authentifizierungsanforderungen an einen zentralen RADIUS-Server, der alle Benutzerauthentifizierungs- und Netzwerkdiensztzugriffsinformationen enthält.

RADIUS ist ein vollständig offenes Protokoll, das im Quellcodeformat verteilt ist und das so modifiziert werden kann, dass es mit jedem derzeit auf dem Markt erhältlichen Sicherheitssystem zusammenarbeitet.

Cisco unterstützt RADIUS unter seinem AAA-Sicherheitsparadigma. RADIUS kann mit anderen AAA-Sicherheitsprotokollen wie TACACS +, Kerberos und lokaler Benutzernamen-Suche verwendet werden. RADIUS wird auf allen Cisco-Plattformen unterstützt, einige von RADIUS unterstützte Funktionen werden jedoch nur auf bestimmten Plattformen ausgeführt.

RADIUS wurde in einer Vielzahl von Netzwerkumgebungen implementiert, die ein hohes Maß an Sicherheit erfordern, während der Netzwerkzugriff für Remotebenutzer erhalten bleibt. Verwenden Sie RADIUS in den folgenden Netzwerkumgebungen, die Zugriffssicherheit erfordern:

Netzwerke mit Zugriffsservern mehrerer Anbieter, die jeweils RADIUS unterstützen. Zum Beispiel verwenden Zugriffsserver mehrerer Hersteller eine einzige RADIUS-Server-basierte Sicherheitsdatenbank. In einem IP-basierten Netzwerk mit Zugriffsservern mehrerer Anbieter

werden Einwählbenutzer über einen RADIUS-Server authentifiziert, der für die Zusammenarbeit mit dem Kerberos-Sicherheitssystem angepasst wurde.

Schlüsselfertige Netzwerksicherheitsumgebungen, in denen Anwendungen das RADIUS-Protokoll unterstützen, z. B. in einer Zugriffsumgebung, die ein "Smart Card-Zutrittskontrollsyste m verwendet. In einem Fall wurde RADIUS mit den Sicherheitskarten von Enigma verwendet, um Benutzer zu validieren und Zugriff auf Netzwerkressourcen zu gewähren.

Netzwerke, die bereits RADIUS verwenden Sie können dem Netzwerk einen Cisco-Router mit RADIUS hinzufügen. Dies ist möglicherweise der erste Schritt beim Übergang zu einem Terminal Access Controller-Zugriffssteuerungssystem (TACACS +).

Netzwerke, in denen ein Benutzer nur auf einen einzelnen Service zugreifen darf. Mit RADIUS können Sie den Benutzerzugriff auf einen einzelnen Host, auf ein einzelnes Dienstprogramm wie Telnet oder auf ein einzelnes Protokoll wie das Point-to-Point-Protokoll (PPP) steuern. Wenn sich ein Benutzer beispielsweise anmeldet, identifiziert RADIUS diesen Benutzer mit der Berechtigung, PPP unter Verwendung der IP-Adresse 10.2.3.4 auszuführen, und die definierte Zugriffsliste wird gestartet.

Netzwerke, die eine Ressourcenabrechnung erfordern. Sie können die RADIUS-Kontoführung unabhängig von der RADIUS-Authentifizierung oder -Autorisierung verwenden. Die RADIUS-Accounting-Funktionen ermöglichen das Senden von Daten am Anfang und am Ende von Diensten, wobei die Menge der während der Sitzung verwendeten Ressourcen (z. B. Zeit, Pakete, Byte usw.) angegeben wird. Ein Internetdienstanbieter (ISP) könnte eine Freeware-basierte Version der RADIUS-Software für die Zugriffssteuerung und -buchhaltung verwenden, um spezielle Sicherheits- und Rechnungsanforderungen zu erfüllen.

Netzwerke, die Vorauthentifizierung unterstützen möchten. Mit dem RADIUS-Server in Ihrem Netzwerk können Sie die AAA-Vorauthentifizierung konfigurieren und die Vorauthentifizierungsprofile einrichten. Die Vorauthentifizierung ermöglicht es Dienstanbietern, Ports mithilfe ihrer vorhandenen RADIUS-Lösungen besser zu verwalten und die Verwendung gemeinsam genutzter Ressourcen effizient zu verwalten, um unterschiedliche Vereinbarungen zum Servicelevel bereitzustellen.

RADIUS ist in den folgenden Netzwerksicherheitssituationen nicht geeignet:

Multiprotokoll-Zugriffsumgebungen RADIUS unterstützt die folgenden Protokolle nicht:

AppleTalk-Remotezugriff (ARA)

NetBIOS-Rahmensteuerprotokoll (NBFCP)

NetWare Asynchronous Services Interface (NASI)

## X.25 PAD-Verbindungen

Router-zu-Router-Situationen. RADIUS bietet keine bidirektionale Authentifizierung. RADIUS kann verwendet werden, um sich von einem Router zu einem Router außerhalb von Cisco zu authentifizieren, wenn der Router außerhalb von Cisco eine RADIUS-Authentifizierung erfordert.

Netzwerke, die eine Vielzahl von Diensten nutzen. Im Allgemeinen bindet RADIUS einen Benutzer an ein Servicemodell.

### 4.1.3 RADIUS-Konfigurationsaufgabenliste

Um RADIUS auf Ihrem Cisco-Router oder Access-Server zu konfigurieren, müssen Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

Verwenden Sie den globalen Konfigurationsbefehl aaa new-model, um AAA zu aktivieren. AAA muss konfiguriert werden, wenn Sie RADIUS verwenden möchten. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls aaa new-model finden Sie im Kapitel "AAA Overview".

Verwenden Sie den globalen Konfigurationsbefehl aaa authentication, um Methodenlisten für die RADIUS-Authentifizierung zu definieren. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls aaa authentication finden Sie im Kapitel "Konfigurieren der Authentifizierung".

Verwenden Sie Zeilen- und Schnittstellenbefehle, um die definierten Methodenlisten zu verwenden. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel "Konfigurieren der Authentifizierung".

Die folgenden Konfigurationsaufgaben sind optional:

Sie können den Befehl aaa group server verwenden, um ausgewählte RADIUS-Hosts für bestimmte Dienste zu gruppieren. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls aaa group server finden Sie im Abschnitt "Konfigurieren von AAA-Servergruppen" in diesem Kapitel.

Sie können den Befehl aaa dnis map verwenden, um RADIUS-Servergruppen basierend auf der DNIS-Nummer auszuwählen. Um diesen Befehl zu verwenden, müssen Sie RADIUS-Servergruppen mit dem Befehl aaa group server definieren. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls aaa dnis map finden Sie im Abschnitt "Konfigurieren der AAA-Servergruppenauswahl basierend auf DNIS" in diesem Kapitel.

Sie können den globalen Befehl aaa authorization verwenden, um bestimmte Benutzerfunktionen zu autorisieren. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls aaa authorization finden Sie im Kapitel "Konfigurieren der Autorisierung".

Mit dem Befehl aaa accounting können Sie die Kontoführung für RADIUS-Verbindungen aktivieren. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls aaa accounting finden Sie im Kapitel "Accounting konfigurieren".

Sie können den Konfigurationsbefehl dialer aaa interface verwenden, um Remote-Standortprofile zu erstellen, die Attribute für ausgehende Anrufe auf dem AAA-Server enthalten. Weitere Informationen zur Verwendung des Befehls dialer aaa finden Sie in diesem Kapitel im Abschnitt "Konfigurieren von Suffix und Kennwort in RADIUS-Zugriffsanforderungen".

Verwendete Kommandos:

```
#router ospf 1  
  
#network xxx.xx.x.x 0.0.0.255 area 0  
  
#router-id x.x.x.x  
  
#no shutdown  
  
#end
```

## 5.Quality of Service

### 5.1.1 Was ist Quality of Service?

QoS bezieht sich auf die Fähigkeit eines Netzwerks, ausgewählten Netzwerkverkehr über verschiedene zugrundeliegende Technologien, einschließlich Frame Relay, ATM, Ethernet und 802.1-Netzwerke, SONET und IP-geroutete Netzwerke, einen verbesserten Dienst bereitzustellen. QoS-Funktionen bieten insbesondere einen verbesserten und berechenbareren Netzwerkdienst, indem sie die folgenden Dienste bereitstellen:

- Unterstützt dedizierte Bandbreite
- Verbesserung der Verlusteigenschaften
- Vermeiden und Verwalten von Netzwerküberlastungen
- Gestaltung des Netzwerkverkehrs
- Festlegen von Verkehrsrioritäten im gesamten Netzwerk

### 5.1.2 Über QoS-Architektur

Sie konfigurieren QoS-Funktionen in einem Netzwerk, um eine durchgehende QoS-Bereitstellung zu ermöglichen. Die folgenden drei Komponenten sind erforderlich, um QoS über ein heterogenes Netzwerk zu liefern:

- QoS innerhalb eines einzelnen Netzwerkelements, einschließlich Warteschlangen-, Zeitplanungs- und Traffic-Shaping-Funktionen.
- QoS-Signalisierungstechniken zum Koordinieren von QoS für die Ende-zu-Ende-Zustellung zwischen Netzwerkelementen.
- QoS-Überwachungs- und Verwaltungsfunktionen zur Steuerung und Verwaltung von Ende-zu-Ende-Datenverkehr über ein Netzwerk.

Nicht alle QoS-Techniken sind für alle Netzwerk-Router geeignet. Da Edge-Router und Backbone-Router in einem Netzwerk nicht notwendigerweise die gleichen Operationen ausführen, unterscheiden sich die QoS-Tasks, die sie ausführen. Um beispielsweise ein IP-Netzwerk für Echtzeit-Sprachverkehr zu konfigurieren, müssten Sie die Funktionen von Edge und Backbone-Routern im Netzwerk berücksichtigen und dann die entsprechende QoS-Funktion oder -Funktion auswählen.

Im Allgemeinen führen Edge-Router die folgenden QoS-Funktionen aus:

- Paketklassifizierung
- Zugangskontrolle
- Konfigurationsmanagement

Im Allgemeinen führen Backbone-Router die folgenden QoS-Funktionen aus:

- Engpassmanagement
- Stauvermeidung

### 5.2.1 Verwendete Kommandos R3 :

```
R3(config)#ip access-list extended WEB
```

```
R3(config-ext-nacl)#per
```

```
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any ?
```

ack      Match on the ACK bit

dscp      Match packets with given dscp value

eq Match only packets on a given port number  
 established Match established connections  
 fin Match on the FIN bit  
 fragments Check non-initial fragments  
 gt Match only packets with a greater port number  
 log Log matches against this entry  
 log-input Log matches against this entry, including input interface  
 lt Match only packets with a lower port number  
 match-all Match if all specified flags are present  
 match-any Match if any specified flag is present  
 neq Match only packets not on a given port number  
 option Match packets with given IP Options value  
 precedence Match packets with given precedence value  
 psh Match on the PSH bit  
 range Match only packets in the range of port numbers  
 reflect Create reflexive access list entry  
 rst Match on the RST bit  
 syn Match on the SYN bit  
 time-range Specify a time-range  
 tos Match packets with given TOS value  
 ttl Match packets with given TTL value  
 urg Match on the URG bit  
 <cr>

R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq www

R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq 443

R3(config-ext-nacl)#exit

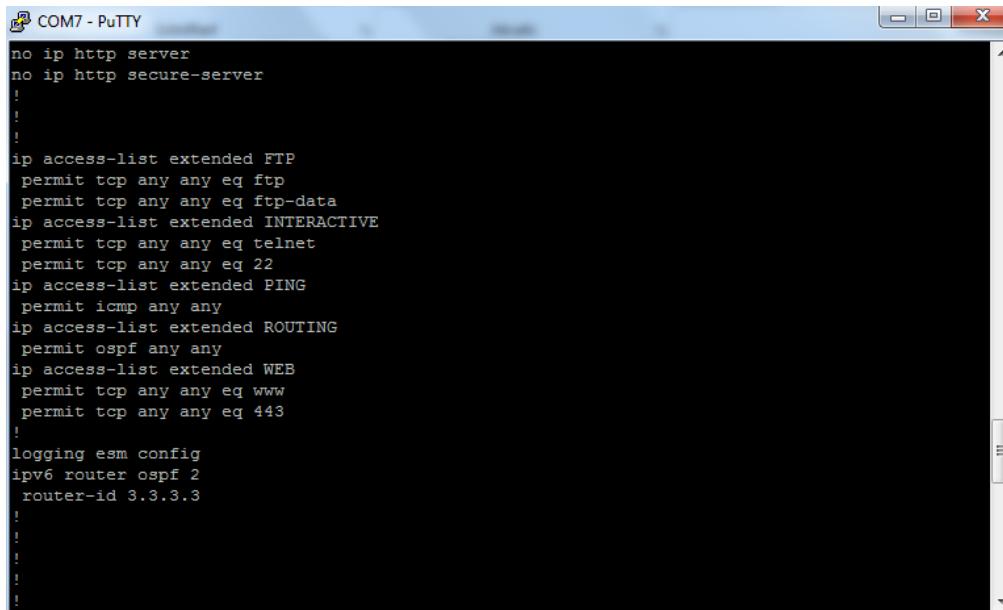
```
R3(config)#ip access-list extended FTP
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq ftp
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq ftp
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq ftp-
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq ftp-data
R3(config-ext-nacl)#exit
R3(config)#ip access-list extended INTERNACTIVE
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq tel
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq telnet
R3(config-ext-nacl)#permit tcp any any eq 22
R3(config-ext-nacl)#exit
R3(config)#ip access-list extended PING
R3(config-ext-nacl)#per
R3(config-ext-nacl)#permit ic
R3(config-ext-nacl)#permit icmp any any
R3(config-ext-nacl)#ip access-list extended ROUTING
R3(config-ext-nacl)#permit ospf any any
R3(config-ext-nacl)#end
```

Part 2 :

```
R3(config)#class-map WEB1
R3(config-cmap)#ma
R3(config-cmap)#match acc
R3(config-cmap)#match access-group nam
R3(config-cmap)#match access-group name WEB
R3(config-cmap)#EXIT
R3(config)#class-map FTP
R3(config-cmap)#match access-group name FTP
```

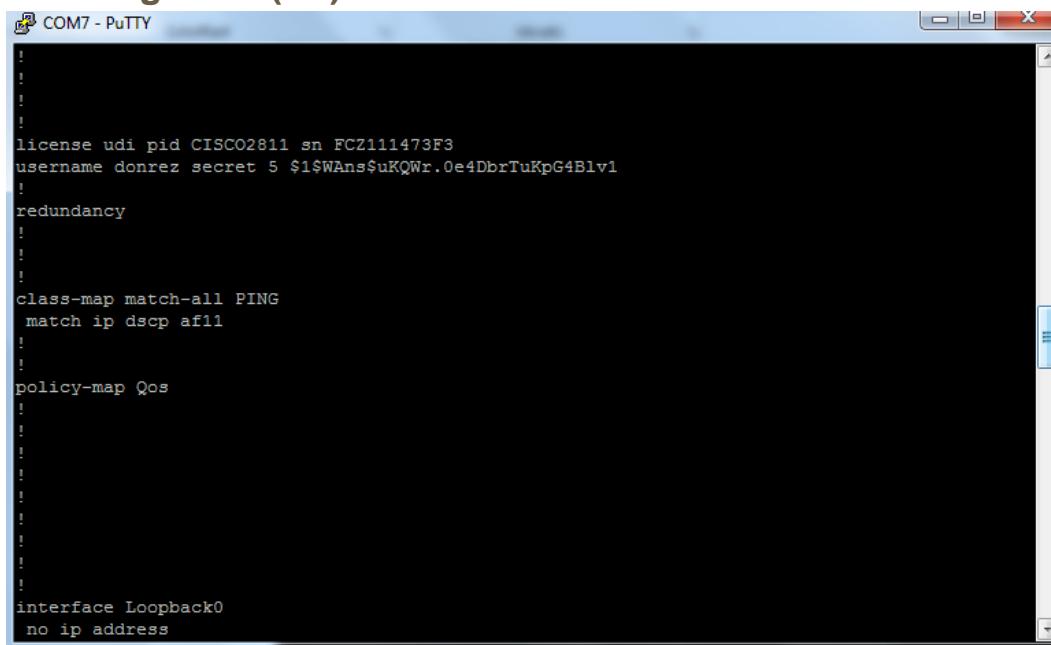
```
R3(config-cmap)#exit
R3(config)#class-map INTERACTIVE
R3(config-cmap)#match access-group name INTERACTIVE
R3(config-cmap)#exit
R3(config)#class-map PING
R3(config-cmap)#match access-group name PING
R3(config-cmap)#exit
R3(config)#class-map ROUTING
R3(config-cmap)#match access-group name ROUTING
R3(config-cmap)#end
```

### 5.2.2 Ergebnis (R3):



```
COM7 - PuTTY
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
ip access-list extended FTP
 permit tcp any any eq ftp
 permit tcp any any eq ftp-data
ip access-list extended INTERACTIVE
 permit tcp any any eq telnet
 permit tcp any any eq 22
ip access-list extended PING
 permit icmp any any
ip access-list extended ROUTING
 permit ospf any any
ip access-list extended WEB
 permit tcp any any eq www
 permit tcp any any eq 443
!
logging esm config
ipv6 router ospf 2
 router-id 3.3.3.3
!
```

## 5.2.2 Ergebnis (R1):



```

license udi pid CISCO2811 sn FCZ111473F3
username donrez secret 5 $1$WAns$uKQWr.0e4DbrTuKpG4Blv1

redundancy

class-map match-all PING
match ip dscp af11

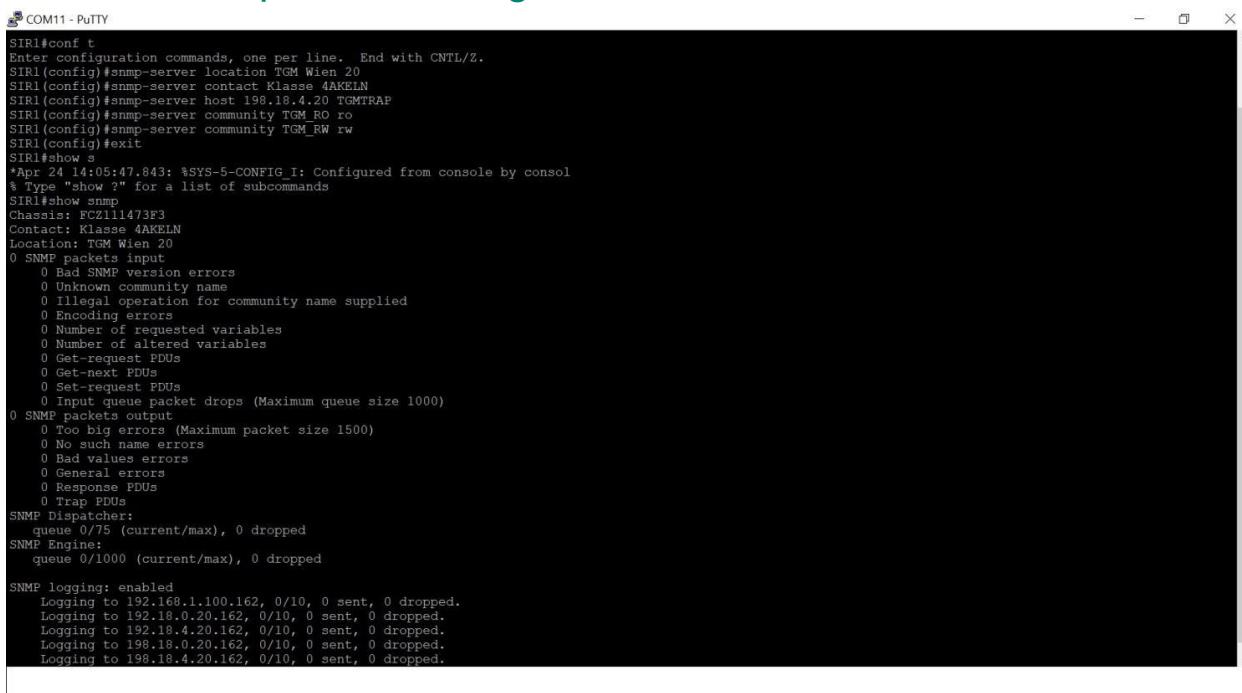
policy-map Qos

interface Loopback0
no ip address

```

## 6.Network Monitoring

### 6.1.SNMP Implementierung



```

SIRI#conf t
Entered configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SIRI(config)#snmp-server location TGM Wien 20
SIRI(config)#snmp-server contact Klasse 4AKELN
SIRI(config)#snmp-server host 198.18.4.20 TGMTRAP
SIRI(config)#snmp-server community TGM_RO ro
SIRI(config)#snmp-server community TGM_RW rw
SIRI(config)#exit
SIRI#show s
*Apr 24 14:05:47.843: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by consol
% Type "show ?" for a list of subcommands
SIRI#show snmp
Chassis: FCZ111473F3
Contact: Klasse 4AKELN
Location: TGM Wien 20
0 SNMP packets input
  0 Bad SNMP version errors
  0 Unknown community name
  0 Illegal operation for community name supplied
  0 Encoding errors
  0 Number of requested variables
  0 Number of altered variables
  0 Get-request PDUs
  0 Get-next PDUs
  0 Set-request PDUs
  0 Input queue packet drops (Maximum queue size 1000)
0 SNMP packets output
  0 Too big errors (Maximum packet size 1500)
  0 No such name errors
  0 Bad values errors
  0 General errors
  0 Response PDUs
  0 Trap PDUs
SNMP Dispatcher:
  queue 0/75 (current/max), 0 dropped
SNMP Engine:
  queue 0/1000 (current/max), 0 dropped

SNMP logging: enabled
  Logging to 192.168.1.100.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
  Logging to 192.18.0.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
  Logging to 192.18.4.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
  Logging to 198.18.0.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
  Logging to 198.18.4.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.

```

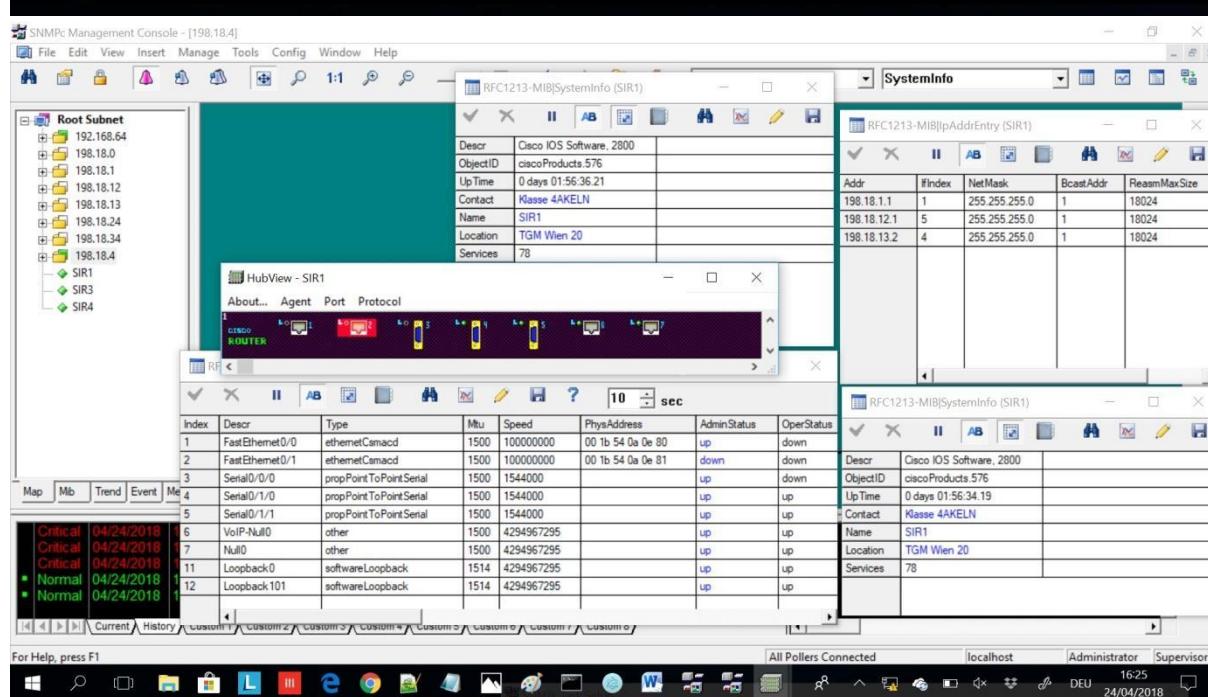
Verwendete Kommandos:

```
>enable  
  
#configure terminal  
  
#snmp-server location TGM Wien 20  
  
# snmp-server contact Klasse 4AKELN  
  
#snmp-server host 198.18.4.20 TGMTRAP  
  
#snmp-server community TGM_RO ro  
  
#snmp-server community TGM_RW rw  
  
#exit
```

## 6.2.Ergebnis

```
SIR1#show snmp
Chassis: FCZ111473F3
Contact: Klasse 4AKELN
Location: TGM Wien 20
0 SNMP packets input
    0 Bad SNMP version errors
    0 Unknown community name
    0 Illegal operation for community name supplied
    0 Encoding errors
    0 Number of requested variables
    0 Number of altered variables
    0 Get-request PDUs
    0 Get-next PDUs
    0 Set-request PDUs
    0 Input queue packet drops (Maximum queue size 1000)
0 SNMP packets output
    0 Too big errors (Maximum packet size 1500)
    0 No such name errors
    0 Bad values errors
    0 General errors
    0 Response PDUs
    0 Trap PDUs
SNMP Dispatcher:
    queue 0/75 (current/max), 0 dropped
SNMP Engine:
    queue 0/1000 (current/max), 0 dropped

SNMP logging: enabled
    Logging to 192.168.1.100.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
    Logging to 192.18.0.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
    Logging to 192.18.4.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
    Logging to 198.18.0.20.162, 0/10, 0 sent, 0 dropped.
```



## 6.3. SNMP V3 Implementierung

```

SIR1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SIR1(config)#snmp-server user operator operatorgrp v3
SIR1(config)#snmp-server user administrator administratorgrp v3 auth md5
% Incomplete command.

SIR1(config)#snmp-server user administrator administratorgrp v3 auth md5
% Incomplete command.

SIR1(config)## user administrator administratorgrp v3 auth md5 cisco123
SIR1(config)## user CHIEF CHIEFADMINS v3 auth md5 cisco123 priv des cisco123
SIR1(config)#! 
SIR1(config)#snmp-server group operatorgrp v3 noauth read nwtk
SIR1(config)#snmp-server group administratorgrp v3 auth read nwtk write nwtk
SIR1(config)#snmp-server group CHIEFADMINS v3 priv
SIR1(config)#! 
SIR1(config)#snmp-server view nwtk system included
SIR1(config)#snmp-server view nwtk cisco included
SIR1(config)#! 
SIR1(config)#end

```

### Verwendete Kommandos

```

#snmp-server user operator v3

#snmp-server user administrator administratorgrp v3 auth md5 cisco123

#snmp-server group operatorgrp v3 noauth read nwtk

#snmp-server group administratorgrp v3 auth read nwtk write nwtk

#snmp-server view nwtk system included

#snmp-server view nwtk cisco included

```

## 7. Network Security

Die Verwendung des Kennwortschutzes zum Steuern oder Einschränken des Zugriffs auf die Befehlszeilenschnittstelle (CLI) des Routers ist eines der grundlegenden Elemente eines allgemeinen Sicherheitsplans.

Der Schutz des Routers vor nicht autorisiertem Remotezugriff, in der Regel Telnet, ist die häufigste Sicherheit, die konfiguriert werden muss, aber der Schutz des Routers vor nicht autorisiertem lokalen Zugriff kann nicht übersehen werden.

Kennwortschutz ist nur einer der vielen Schritte, die Sie in einem effektiven eingehenden Netzwerk-Sicherheits-Regime verwenden sollten. Firewalls, Zugriffslisten und die Kontrolle über

den physischen Zugriff auf das Gerät sind weitere Elemente, die bei der Implementierung Ihres Sicherheitsplans berücksichtigt werden müssen.

Command Line oder exec, Zugriff auf einen Router kann in einer Reihe von Möglichkeiten gemacht werden, aber in allen Fällen die eingehende Verbindung zum Router wird auf einer TTY-Leitung gemacht. Es gibt vier Haupttypen von TTY-Leitungen, wie in diesem Beispiel Show Line Output zu sehen:

Tty	Typ	Tx/Rx	A Modem	Roty	AccO	AccI	Uses	Noise	Overruns	Int
*	0	<b>CTY</b>	-	-	-	-	0	0	0/0	-
1	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
2	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
3	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
4	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
5	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
6	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
7	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
8	<b>TTY</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
9	<b>AUX</b>	9600/9600	-	-	-	-	0	0	0/0	-
10	<b>VTY</b>	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
11	<b>VTY</b>	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
12	<b>VTY</b>	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
13	<b>VTY</b>	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
14	<b>VTY</b>	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-

Quelle: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ios-nx-os-software/ios-software-releases-110/45843-configpasswords.html> Stand:01.06.2018

Der **Cty-Line-Typ** ist der Konsolen-Port. Auf jedem Router wird er in der Router-Konfiguration als Zeile con 0 und in der Ausgabe des Befehls show Line als Cty angezeigt. Der Konsolenanschluss wird hauptsächlich für den lokalen Systemzugriff über ein Konsolen Terminal verwendet.

Die **TTY-Leitungen** sind asynchrone Leitungen, die für ein-oder ausgehende Modem-und Terminalverbindungen verwendet werden und in einer Router-oder Access-Serverkonfiguration als Zeile x zu sehen sind. Die spezifischen Zeilennummern sind eine Funktion der Hardware, die auf dem Router oder Zugriffsserver integriert oder installiert wurde.

Die **Aux-Leitung** ist der Auxiliary-Port, der in der Konfiguration als Line aux 0 gesehen wird.

Die vty-Linien sind die virtuellen Terminal Linien des Routers, die ausschließlich zur Steuerung von eingehenden Telnet-Verbindungen verwendet werden. Sie sind virtuell, in dem Sinne, dass

Sie eine Funktion der Software-es gibt keine Hardware mit Ihnen verbunden sind. Sie erscheinen in der Konfiguration als Zeile vty 0 4.

Jeder dieser Linientypen kann mit einem Kennwortschutz konfiguriert werden. Zeilen können so konfiguriert werden, dass ein Kennwort für alle Benutzer oder für benutzerspezifische Kennwörter verwendet wird. Benutzerspezifische Kennwörter können lokal auf dem Router konfiguriert werden, oder Sie können einen Authentifizierungsserver verwenden, um die Authentifizierung bereitzustellen.

Es gibt kein Verbot, verschiedene Zeilen mit unterschiedlichen Kennwortschutztypen zu konfigurieren. Es ist in der Tat üblich, Router mit einem einzigen Kennwort für die Konsole und benutzerspezifische Kennwörter für andere eingehende Verbindungen zu sehen.

## 7.1.Console and line vty Passwords & Encryption

### 7.1.1.Virtual Teletype (vty)

Virtual Teletype (vty) ist eine Befehlszeilenschnittstelle (CLI), die in einem Router erstellt und verwendet wird, um eine Verbindung zum Daemon über Telnet zu ermöglichen, einem Netzwerkprotokoll, das in lokalen Netzwerken verwendet wird. Um eine Verbindung zu einem vty herzustellen, müssen Benutzer ein gültiges Kennwort angeben.

Die vty-Schnittstelle verfügt über drei eingeschränkte Modus-Befehle:

- VTY-Ansicht: aktiviert schreibgeschützten Schnittstellen Zugriff
- VTY enable: aktiviert Lese-/Schreibzugriff auf die CLI
- VTY other: enthält Modi wie Trivial File Transfer Protocol (TFTP)

VTY verwendet eine Reihe von CLI-Befehlsaktionen, die von den drei Arten von Aktionen abhängen, die CLI ausführen kann:

- Bewegung
- Bearbeiten
- Advanced

Die meisten Router haben fünf vty-Ports, die von 0 bis 4 nummeriert sind.

Das bedeutet, dass Sie bis zu fünf gleichzeitige Netzwerkadministratoren haben können, die den Router gleichzeitig konfigurieren. Sie können jedoch problemlos mehr vty Zeilen generieren.

## 7.1.2.Console Port (cty)

Der Cty-Line-Typ ist der Konsolen-Port. Auf jedem Router wird er in der Router-Konfiguration als line con 0 und in der Ausgabe des Befehls show Line als Cty angezeigt. Der Konsolenanschluss wird hauptsächlich für den lokalen Systemzugriff über ein Konsolen Terminal verwendet.

## 7.2. Implementierung

```
SIR1>
SIR1>
SIR1>en
SIR1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SIR1(config)#username donrez secret nwtk20!8
SIR1(config)#line vty 0 4
SIR1(config-line)#login local
SIR1(config-line)#line con 0
SIR1(config-line)#login local
SIR1(config-line)#end
SIR1#
*May  8 15:33:52.503: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
SIR1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
SIR1#
```

Verwendete Kommandos:

username donrez secret nwtk20!8

line vty 0 4

login local

line con 0

login local

end

## 7.2.1. Ergebnis

```
User Access Verification

Username: donrez
Password:
SIR1>en
SIR1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

## 7.3. Banner & MOTD

Ein Banner ist eine Nachricht, die einem Benutzer angezeigt wird, der den Cisco-Switch verwendet. Der Typ des Banners, den Sie für die Verwendung konfiguriert haben, bestimmt, wann diese Meldung angezeigt wird. Es gibt drei Hauptarten von Bannern die auf dem Cisco-Switch konfiguriert werden können:

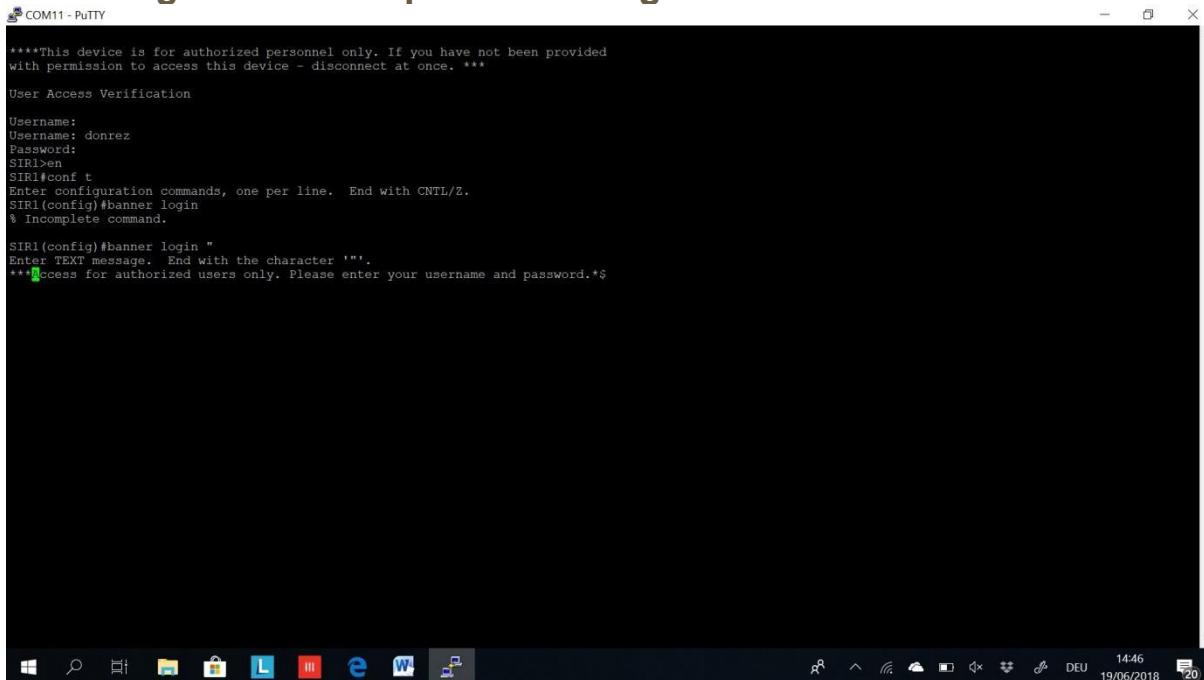
- Nachricht des Tages (motd): diese Art von Anmeldemeldung gibt es schon seit langem auf UNIX- und Mainframe-Systemen. Die Idee der Nachricht besteht darin, eine temporäre Benachrichtigung für Benutzer anzuzeigen, z. B. Probleme mit der Systemverfügbarkeit.

Da die Meldung jedoch angezeigt wird, wenn ein Benutzer vor der Anmeldung eine Verbindung mit dem Gerät herstellt, verwenden die meisten Netzwerkadministratoren nun die Anzeige von rechtlichen Hinweisen bezüglich des Zugriffs auf den Switch, z. B. unbefugter Zugriff auf dieses Gerät ist untersagt, und Verletzer werden verfolgt werden, um das volle Ausmaß des Gesetzes.

- Login: dieses Banner wird vor dem Login im System angezeigt, aber nachdem das motd Banner angezeigt wird. In der Regel wird dieses Banner verwendet, um eine permanente Nachricht an die Benutzer anzuzeigen.
- Exec: dieses Banner wird angezeigt, nachdem der Login abgeschlossen ist, wenn der Benutzer den Benutzer-exec-Modus eingibt. Während alle Benutzer, die versuchen, eine Verbindung mit dem Switch herzustellen, die anderen Banner sehen, sehen nur Benutzer, die sich erfolgreich am Switch anmelden, dieses Banner, mit dem Sie Erinnerungen an Ihre Netzwerkadministratoren senden können.

Für die Zwecke unserer Diplomarbeit haben wir MOTD und Login an alle vier Router konfiguriert:

### 7.3.1. Login Banner Implementierung



The screenshot shows a PuTTY terminal window titled "COM11 - PuTTY". The window displays the following text:

```
****This device is for authorized personnel only. If you have not been provided  
with permission to access this device - disconnect at once. ***  
User Access Verification  
Username:  
Username: donrez  
Password:  
SIRI>en  
SIRI#conf t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
SIRI(config)#banner login  
% Incomplete command.  
SIRI(config)#banner login "  
Enter TEXT message. End with the character "''.  
***Access for authorized users only. Please enter your username and password.*$
```

The terminal window is running on a Windows 10 desktop, as indicated by the taskbar icons and system tray information.

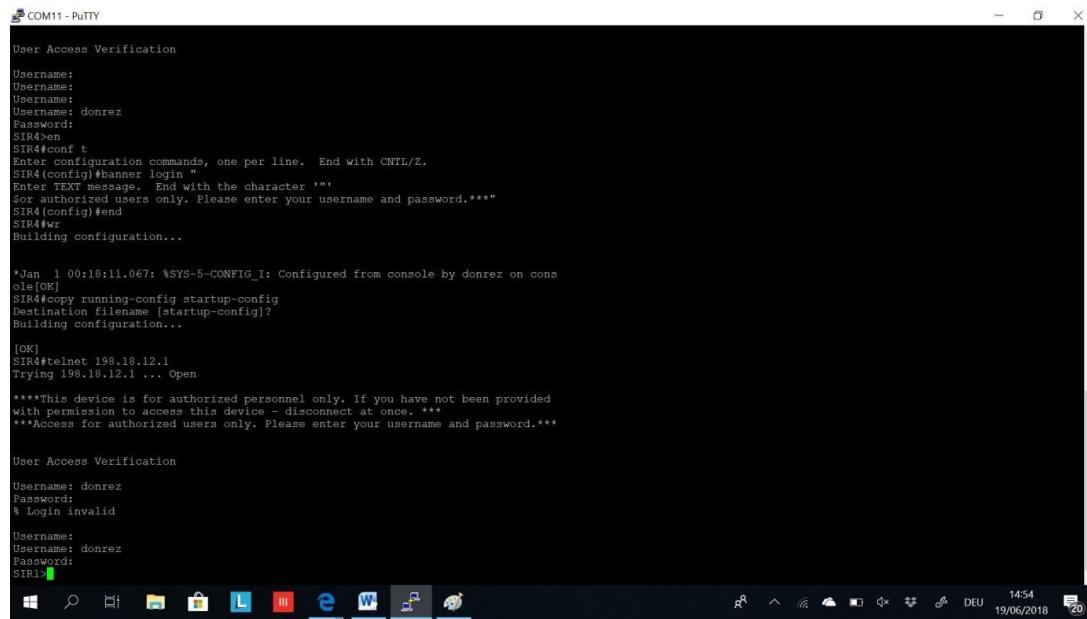
#### Verwendete Kommandos:

Enable

Configure terminal

Banner login "\*\*\*Access for authorized users only. Please enter your username and password.\*\*\*"

#### 7.3.1.1. Ergebnis



```

User Access Verification

Username: 
Username: 
Username: 
Username: donrez
Password: 
SIR4#en
SIR4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SIR4(config)#banner login "
Enter TEXT message. End with the character '#'
***Authorized users only. Please enter your username and password.***"
SIR4(config)end
SIR4#ws
Building configuration...

*Jan 1 00:18:11.067: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by donrez on cons
ole[OK]
SIR4#copy running-config startup-config
Bootstrap filename [startup-config]?
Building configuration...

[OK]
SIR4#telnet 198.18.12.1 Open
Trying 198.18.12.1 ... Open
****This device is for authorized personnel only. If you have not been provided
with permission to access this device - disconnect at once. ***
***Access for authorized users only. Please enter your username and password.***

User Access Verification

Username: donrez
Password: 
$ Login invalid

Username: 
Username: donrez
Password: 
SIR4#

```

### 7.3.2. MOTD – Message of the Day Implementierung

#### Verwendete Kommandos

R1#en

R1#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

R1(config)#banner motd #

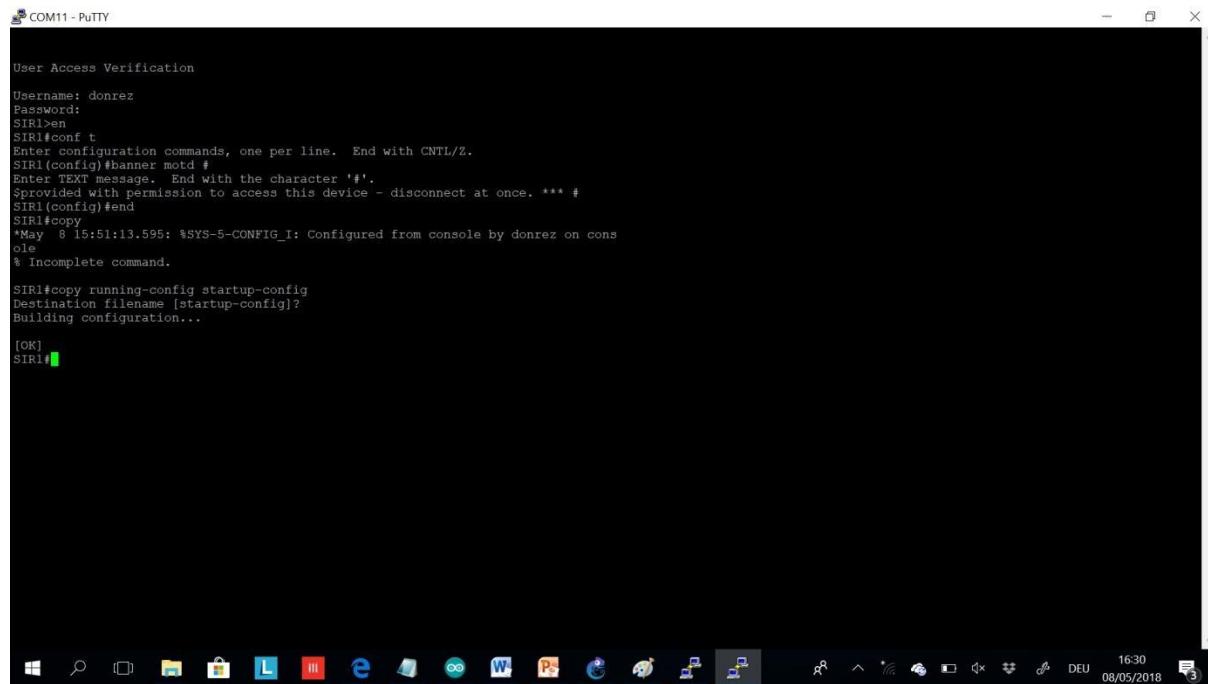
Enter TEXT message. End with the character '#'.

\*\*\*\*This device is for authorized personnel only. If you have not been provided with permission to access this device - disconnect at once. \*\*\* #

R1(config)#\$n # \*\*\*Login Required. Unauthorized use is prohibited \*\*\* #

R1(config)#end

### 7.3.3. Ergebnis



```

User Access Verification

Username: donrez
Password:
SIRI>en
SIRI#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SIRI(config)#banner motd #
Enter TEXT message. End with the character '#'.
Sprovided with permission to access this device - disconnect at once. *** #
SIRI(config)#end
SIRI#copy
'May 8 15:51:13.595: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by donrez on cons
ole
% Incomplete command.

SIRI#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...

[OK]
SIRI#

```

## 8. Login Enhancements

### 8.1. Role-Based CLI Access and Privileges

Die Funktion Role-Based CLI Access ermöglicht dem Netzwerkadministrator die Definition von "Views", einer Reihe von Betriebsbefehlen und Konfigurationsfunktionen, die selektiven oder teilweisen Zugriff auf Cisco IOS EXEC- und Konfigurations (Config) -Modusbefehle ermöglichen. Ansichten beschränken den Benutzerzugriff auf die Cisco IOS-Befehlszeilenschnittstelle (CLI) und Konfigurationsinformationen; Das heißt, eine Ansicht kann definieren, welche Befehle akzeptiert werden und welche Konfigurationsinformationen sichtbar sind. Auf diese Weise können Netzwerkadministratoren den Zugriff auf Cisco-Netzwerkgeräte besser steuern.

Vorteile der Verwendung von CLI-Ansichten

Ansichten: Detaillierte Zugriffskontrolle

Obwohl Benutzer den CLI-Zugriff über beide Berechtigungsebenen steuern und Moduskenwörter aktivieren können, bieten diese Funktionen Netzwerkadministratoren nicht

die erforderliche Detailgenauigkeit, die für die Arbeit mit Cisco IOS-Routern und -Switches erforderlich ist. CLI-Ansichten bieten eine detailliertere Zugriffssteuerungsfunktion für Netzwerkadministratoren und verbessern dadurch die allgemeine Sicherheit und Verantwortlichkeit der Cisco IOS-Software.

Ab Cisco IOS Release 12.3 (11) T können Netzwerkadministratoren auch eine Schnittstelle oder eine Gruppe von Schnittstellen zu einer Ansicht angeben; Dadurch wird der Zugriff auf der Basis von spezifizierten Schnittstellen ermöglicht.

### Root View

Wenn sich ein System in der Stammansicht befindet, verfügt es über alle Zugriffsberechtigungen als Benutzer mit Berechtigungen der Stufe 15. Wenn der Administrator eine beliebige Ansicht für das System konfigurieren möchte (z. B. eine CLI-Ansicht, eine Superview oder eine Ansicht für rechtmäßiges Abfangen), muss sich das System in der Stammansicht befinden.

Der Unterschied zwischen einem Benutzer mit Berechtigungen der Stufe 15 und einem Benutzer mit Stammansicht besteht darin, dass ein Benutzer der Stammansicht eine neue Ansicht konfigurieren und Befehle aus der Ansicht hinzufügen oder entfernen kann. Wenn Sie sich in einer CLI-Ansicht befinden, haben Sie nur Zugriff auf die Befehle, die der Benutzer der Stammansicht zu dieser Ansicht hinzugefügt hat.

## 9. HTML, PHP, RDBMS

### 9.1. Einführung

In den letzten 20 Jahren wurden bei der Entwicklung von Dienstleistungen, die den Benutzern über www zur Verfügung stehen, große Fortschritte erzielt. Die Palette dieser Dienstleistungen ist sehr groß, von nichtkommerziellen Dienstleistungen, wie die Bereitstellung von täglichen Informationen über Zeit, Verkehr, kulturelle Veranstaltungen, Sport, E-Mail-Service usw., bis hin zu kommerziellen wie große Online-Shops (Buchhandlungen, Haushaltsgeschäfte, Unterhaltungselektronik ...), Online-Ausgaben von Zeitungen und Zeitschriften usw.

Der Zweck dieser Arbeit ist die Erstellung, Entwicklung und Implementierung einer dynamischen Webseite für das Enterprise Network, in der die unten genannten Anforderungen erfüllt werden:

- Anforderungen an die Erleichterung und Verbesserung des täglichen Arbeitsprozesses,
- Anforderungen an die Datensicherheit und
- Anleitung für zusätzliche Möglichkeiten zur Entwicklung einer Anwendungsplattform in Abhängigkeit von den Bedürfnissen und Bedürfnissen der Benutzer

Ein Beispiel für eine Enterprise Network mit eigenen Anforderungen und Standards zeigt ein wesentliches Funktionsmodell.

Die Diplomarbeit gliedert sich in drei Grundeinheiten. Der erste Teil beschreibt die Technologien, die benötigt werden, um diese Art von dynamischer Webseite zu erstellen, sowie die Aufteilung und Struktur der Web-Plattform-Entwicklung selbst. Wie hervorgehoben, ist es eine Webseite, die den Umfang des World Wide Web hat. Das World Wide Web ist ein leiseres Servermodell für den Informationsaustausch, das auf der Internet-Infrastruktur und auf dem HTTP-Protokoll (HyperText Transfer Protocol) für die Datenübertragung basiert. Web-Benutzer greifen auf Informationen über den Web-Browser (eng.browser) zu - Client-Anwendungen, die zum Herunterladen und Präsentieren von Web-Dokumenten vom Server, zum Navigieren zwischen Dokumenten und zum Zurücksenden von Benutzerinformationen an den Server dienen.

HTTP-Server Apache ist ein Softwarepaket, das im Rahmen dieser Arbeit verwendet wird. Seine grundlegende Aufgabe besteht darin, Inhalte an den Webbrower weiterzuleiten. Apache ist immer noch dominant in Bezug auf verwendete Webserver, nämlich, Forschung zeigt, dass zwischen 60 und 70% aller Webserver in der Welt das Apache-Programmpaket verwenden.

PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) Programmiersprache wurde verwendet, um die Anwendung und Kommunikation zwischen dem Server und der Datenbank zu verwalten. PHP ist eine (eng.open source) Programmiersprache für die Entwicklung von Web-Anwendungen (oder dynamische Generierung von HTML (Hyper Text Markup Language).

MySQL relationale Datenbank wird als Datenbank verwendet. MySQL-Datenbank ist die am weitesten verbreitete Datenbank im Internet, die erlaubt schneller Fluss, einfache Verwaltung und hohe Zuverlässigkeit. Unsere MySQL-Datenbank mit SQL verwaltet. SQL ist eine einfache Sprache, voll von englischen Standardwörtern, die Anwendung auf andere Arten von Datenbanken erlauben.

Für den visuellen Aspekt dieser Arbeit wird eine standardisierte und moderne Arbeitsumgebung verwendet, die Meta-Sprache - Cascading Style Sheets (CSS).

Im zweiten Teil des Beitrags wird die Struktur und Beschreibung der dynamischen Webseite vorgestellt. Abschließend werden die Möglichkeiten zur Erweiterung der Funktionalität der Anwendung, ihre Implementierung in verschiedenen Arbeitsplattformen und die wichtigsten Schlussfolgerungen dieses Papiers vorgestellt.

## 2.2. Zielbestimmung

Das Ziel dieses Teils des Projekts ist die Konzeption, Entwicklung und Umsetzung von einem dynamischen Web Interface mit einem Bentzer-Login-System. Die Umsetzung wird in 4 grundlegende Schritte aufgeteilt:

- Datenbank Erstellung
- HTML Codierung
- CSS Codierung
- PHP Codierung

Im ersten Schritt wird eine Datenbank mit einer Datentabelle in MYSQL erstellt. Diese Tabelle wird als „Lagerraum“ für die Login Daten verwendet. Dannach wird eine Webseite mit einer Login Option entwickelt. Damit die Login-Option funktioniert, muss die Website mit der Datenbank „verknüpft“ werden. Dies wird durch Verwendung von PHP-Code erreicht.

Als eines der Tools wurde eine XAMPP-Anwendung verwendet, die den Apache-Webserver für die MySQL-Datenbank enthält und als lokales Hosting auf dem Computer des Schülers dient. Nach der Installation der XAMPP-Anwendung wurde der XAMPP-Ordner auf der C-Platte automatisch erstellt und alle notwendigen Inhalte für den lokalen Server sowie der Hauptordner für das lokale www wurden darin erstellt. In diesem Ordner wurden in einem Unterordner „Index“ alle Inhalte der Webseite (Kodierung, Bilder) gespeichert.

Als Code Editor für die Webseite Entwicklung wurde Notepad++ installiert. Der Student hat Kodierung mit Hilfe von Informationen aus dem Internet und aus der Fachliteratur entwickelt.

## 2.3. Dynamische Webseiten

Eine Website kann statisch oder dynamisch sein. Eine statische Website enthält Informationen, die sich nicht ändern. Es bleibt die gleiche, oder statisch, für jeden Betrachter der Website. Eine

dynamische Website enthält Informationen, die je nach Betrachter die Tageszeit, die Zeitzone, die native Sprache des Betrachters und andere Faktoren ändern.

Eine dynamische Website kann clientseitige Skripts oder serverseitige Skripts enthalten, um den sich ändernden Inhalt oder eine Kombination beider Skripttypen zu generieren. Diese Seiten enthalten auch HTML-Programmierung für die grundlegende Struktur. Die clientseitige oder serverseitige Skripterstellung kümmert sich um die Eingeweide der Site.

Mit clientseitigem Skripting erstellt HTML-Skripting die Seite und kann JavaScript und andere webbasierte Programmiersprachen verwenden, um die Daten zu ändern, die die HTML-Skripterstellung der Seite hinzufügt.

Bei der serverseitigen Skripterstellung werden Skripts auf dem Server ausgeführt, auf dem die Seite gehostet wird. Der Prozess für die Erstellung der Seite wird durch Parameter bestimmt, die in der serverseitigen Skripterstellung definiert sind.

### 2.3.1. FRONT-END und BACK-END Entwicklung

Die Entwicklung von Web-Sites und Web-Anwendungen ist in zwei grundlegende Bereiche aufgeteilt:

- Die Entwicklung der "Vorderseite" (Front-End Entwicklung)
- und die Entwicklung im "Hintergrund" (Back-End Entwicklung).

So werden die Entwickler (eng. Developers), je nach den Technologien, die für die Entwicklung verwendet werden, in Front-End-und Back-End-Entwickler aufgeteilt.

#### 2.3.1.1. Front-End-Entwicklung

Wie der Name sagt "Front-End" ist ein Teil der Code, der sich auf die Front (sichtbar) Seite der Web-Plattformen (Sites oder Anwendungen) bezieht. Die Ergebnisse dieses Codes sind für den Benutzer in Form einer Schnittstelle sichtbar, die Interaktion zwischen Benutzer und Web-Plattformen ermöglicht.

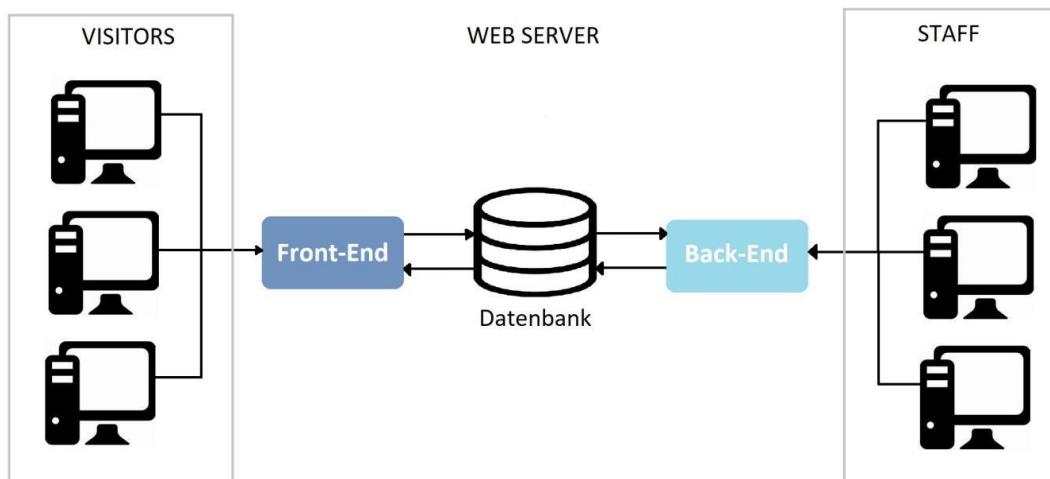
Alles, was unser Auge im Web sehen kann, ist eine Mischung aus HTML, CSS und JavaScript-Sprachen. Die oben genannten sind die wichtigsten drei Sprachen verwendet, um darzustellen und zu präsentieren unsere Web-Plattform in der bestmöglichen Weise. HTML ist verantwortlich für die Erstellung der grundlegenden Struktur unserer Web-Plattform durch einen Web-Browser, der korrekt angezeigt wird. Via CSS sind die Farbe, Hintergrund, Schriftgröße, Rand, Position der Elemente, etc eingeführt. JavaScript ist die am weitesten fortgeschrittenen Sprache auf der Client-

Seite, die Sie mit dem Benutzer in Form einer Bildlaufleiste, die Drop-Down-Menüs, verschiedene Effekte und viel mehr interaktive Elemente interagieren können.

### 2.3.1.2. Back-End-Entwicklung

Back-End-Codes können wir als das "Gehirn" der einzelnen Web-Plattform nehmen. Back-End-Entwicklung ist ein Teil der Entwicklung der Web-Plattform, die nie für den Benutzer sichtbar ist. Diese Art der Entwicklung erfolgt durch die Verwendung der/Server (serverseitig) Programmiersprachen, die "kommunizieren" mit verschiedenen Arten von Datenbanken. Um es einfach auszudrücken, wird der Front-End-Code durch Interaktion mit dem Benutzer in Echtzeit ausgeführt, während der Back-End-Code für die Interaktion mit einem Webserver verwendet wird, sodass es die „ready“ Ergebnisse für den Benutzer zurückbringen kann.

Back-End-Operationen Codes sind ein wenig komplexer als die auf dem Front-End. Der Entwickler entwickelt und baut eine Anwendung mit Programmiersprachen wie PHP, Ruby, Python, net, etc. Durch diese Sprachen wird die Kommunikation mit Datenbank (MySQL, SQL Server, Access, etc.) realisiert, um Daten zu suchen, zu speichern oder zu ändern, und schließlich in Form von Front-End-Code an den Benutzer zurückgegeben.



## 2.4. Website Entwicklungsumgebung

Durch diesen Abschnitt sind die für die Entwicklung von Website verwendete Technologien für das Register der Arbeitnehmer erläutert und aufgeführt.

Ein Web-Server ist eine Anwendung, die auf dem Server installiert ist, auf dem wir unsere Website „gespeichert“ haben. Es wird verwendet, um den Programmiercode auszuführen und die Ergebnisse dem Benutzer in einem Webbrower anzeigen. Je nach Entwickler kann der Web-Server auf unserem PC installiert werden. Eine gute Praxis ist, sich auf Ihrem eigenen

Computer, um die Umgebung vorzubereiten, in der Sie unsere PHP-Skripte ausführen können, damit Sie in der Lage, richtig zu testen, bevor Sie Sie auf einem öffentlichen Server setzen.

### 2.4.1. Apache Webserver

Apache ist ein bemerkenswertes Stück Anwendungssoftware. Es ist die am weitesten verbreitete Web-Server-Anwendung in der Welt mit mehr als 50% Anteil an der kommerziellen Web-Server-Markt. Apache ist die am häufigsten verwendete Web-Server-Anwendung in Unix-ähnliche Betriebssysteme, kann aber auf fast allen Plattformen wie Windows, OS X, OS/2, usw. verwendet werden. Das Wort, Apache, wurde aus dem Namen des indianischen Stammes "Apache", berühmt für seine Fähigkeiten in der Kriegsführung und Strategie zu machen.

Es ist eine modulare, Prozess-basierte Web-Server-Anwendung, die einen neuen Thread mit jeder gleichzeitigen Verbindung erstellt. Es unterstützt eine Reihe von Funktionen; viele von Ihnen werden als separate Module kompiliert und erweitern die Kernfunktionalität und können alles von der serverseitigen Programmiersprachen Unterstützung bis zum Authentifizierungsmechanismus bereitstellen. Virtuelles Hosting ist eine solche Funktion, die einen einzigen Apache Web-Server, um eine Reihe von verschiedenen Websites dienen können.

Das heisst, ein Apache-Webserver kann mehrere Websites auf demselben Server hosten. Dazu wird es keine separate Server-Maschine und Apache-Software für jede Website benötigt. Dies kann durch das Konzept des virtuellen Hosts oder des vhosts erreicht werden.

### 9.4.2. HTML

HTML ist die standardmäßige Markupsprache zum Erstellen von Webseiten. Es ist die Basissprache, die zum Erstellen von Websites verwendet wird. Häufige Verwendungen des Begriffs sind, "HTML-Kodierung" und "HTML-Website". HyperText Markup Language oder einfach HTML ist die Markup-Sprache, mit der Webentwickler Webseiten erstellen. Es wird im Format von HTML-Elementen geschrieben, die Tags in spitzen Klammern enthalten. Eine Website die in reinem HTML erstellt wird auch als eine statische Website bezeichnet. Mit anderen Worten, es interagiert nicht mit dem Besucher, es speichert keine Daten und kann keine anderen Daten zurückgeben als das, was konsistent auf der Seite selbst ist.

- HTML steht für Hyper Text Markup Language
- HTML beschreibt die Struktur von Webseiten mit Markup
- HTML-Elemente sind die Bausteine von HTML-Seiten
- HTML-Elemente werden durch Tags dargestellt

- HTML-Tags bezeichnen Inhaltselemente wie "Überschrift ", "Absatz ", "Tabelle " usw.
- Browser zeigen nicht die HTML-Tags, sondern verwenden Sie, um den Inhalt der Seite zu rendern

#### 9.4.2.1. Die Grundstruktur des HTML Dokuments

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Page Title</title>
</head>
<body>

<h1>My First Heading</h1>
<p>My first paragraph.</p>

</body>
</html>
```

Die <!DOCTYPE html> -Deklaration definiert dieses Dokument als HTML5  
 Die <html> Element ist das Stammelement einer HTML-Seite, opening Tag  
 Die <head> Element enthält Meta-Informationen über das Dokument  
 Die <title> Element gibt einen Titel für das Dokument an  
 Die <body> Element enthält den sichtbaren Seiteninhalt  
 Die <h1>-Element definiert eine große Überschrift  
 Die <p> Element definiert einen Absatz</h1></body></title></head></html>  
 </html> Closing Tag

#### 9.4.2.2. HTML-Versionen

Seit den Anfängen des Webs gab es viele Versionen von HTML:

Version	Jahr
HTML	1991
HTML 2.0	Jahr 1995
HTML 3.2	1997
HTML 4.01	1999
XHTML	Jahr 2000

### 9.4.3. CASCADING STYLE SHEETS(CSS)

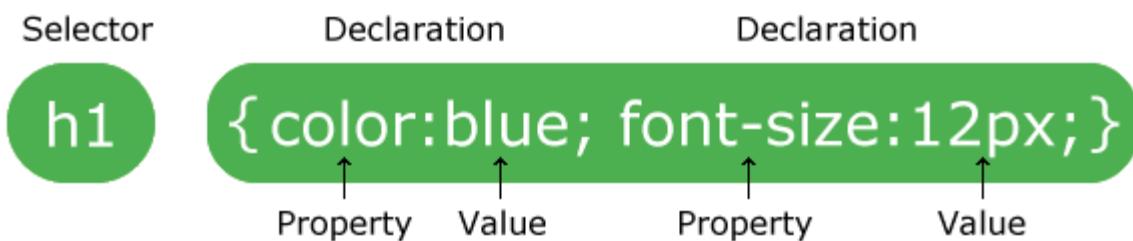
CSS steht für Cascading Style Sheets. Cascading Stylesheets werden verwendet, um das Aussehen und Verhalten einer Website außerhalb der eigentlichen HTML-Datei (en) der Website zu definieren.

CSS beschreibt, wie HTML-Elemente auf dem Bildschirm, auf dem Papier oder in anderen Medien angezeigt werden.

CSS spart eine Menge Arbeit. Es kann das Layout von mehreren Web-Seiten auf einmal steuern.

CSS kann HTML-Elementen auf 3 Arten hinzugefügt werden:

- Inline-durch Verwendung des style-Attributs in HTML-Elementen
- Intern-mit einem<style></style>
- Extern-durch Verwendung einer externen CSS-Datei



Quelle: [www.w3schools.com](http://www.w3schools.com)

Die häufigste Möglichkeit, CSS hinzufügen, ist die Stile in separaten CSS-Dateien zu halten.

#### Webbrowser

Der Zweck eines Web-Browsers (Chrome, IE, Firefox, Safari) ist es, HTML-Dokumente zu lesen und Sie anzuzeigen.

Der Browser zeigt die HTML-Tags nicht an, sondern verwendet sie, um zu bestimmen, wie das Dokument angezeigt werden soll.

## 9.4.4. PHP

### 9.4.4.1. Was ist PHP?

PHP: Hypertext Preprocessor (PHP) ist eine freie, sehr populäre Open-Source-Skriptsprache. Es ist ein leistungsfähiges Tool zur Erstellung dynamischer und interaktiver Webseiten. Es wird verwendet um Funktionalität der Webseiten zu erhöhen oder, mit einer Datenbank zu arbeiten. PHP-Skripte werden auf dem Server ausgeführt.

PHP ist in der Lage:

- dynamischer Seiteninhalte zu erzeugen
- Dateien auf dem Server erstellen, öffnen, lesen, schreiben, löschen und schließen
- Formulardaten sammeln
- in Datenbank gespeicherte Inhalte ändern, löschen, hinzufügen
- Benutzerzugriff zu kontrollieren
- Daten zu verschlüsseln
- und vieles mehr!

### 9.4.4.2. Warum haben wir PHP verwendet?

PHP läuft auf zahlreichen verschiedenen Plattformen, einschließlich Windows, Linux, Unix, Mac OS X usw. Es ist kompatibel mit fast jedem modernen Server, wie Apache, IIS und mehr. Es unterstützt eine breite Palette von Datenbanken und es ist kostenlos.

### 9.4.4.3. PHP SYNTAX

Ein PHP-Skript beginnt mit <?php und endet mit ?>:

```
<?php  
    //PHP code gehört hier  
?>
```

Hier ist ein Beispiel für eine einfache PHP-Datei:

```
<html>
    <head>
        <title>Meine Erste PHP Page</title>
    </head>
    <body>
        <?php
            echo "Hello World!";
        ?>
    </body>
</html>
```

Das PHP-Skript verwendet eine eingebaute Funktion namens "echo", um den Text "Hello World!" Auf einer Webseite auszugeben

PHP Anweisungen enden mit Semikolons (;).

Alternativ, können wir PHP in das HTML Dokument mit dem <script> -Tag einfügen:

```
<html>
    <head>
        <title>Meine erste PHP Page</title>
    </head>
    <body>
        <script language="php">
            Echo "Hello World!";
        </script>
    </body>
</html>
```

Die neueste Version von PHP entfernt jedoch die Unterstützung für <script language = "php"> - Tags. Daher wird empfohlen, <? Php?> Ausschließlich zu verwenden.

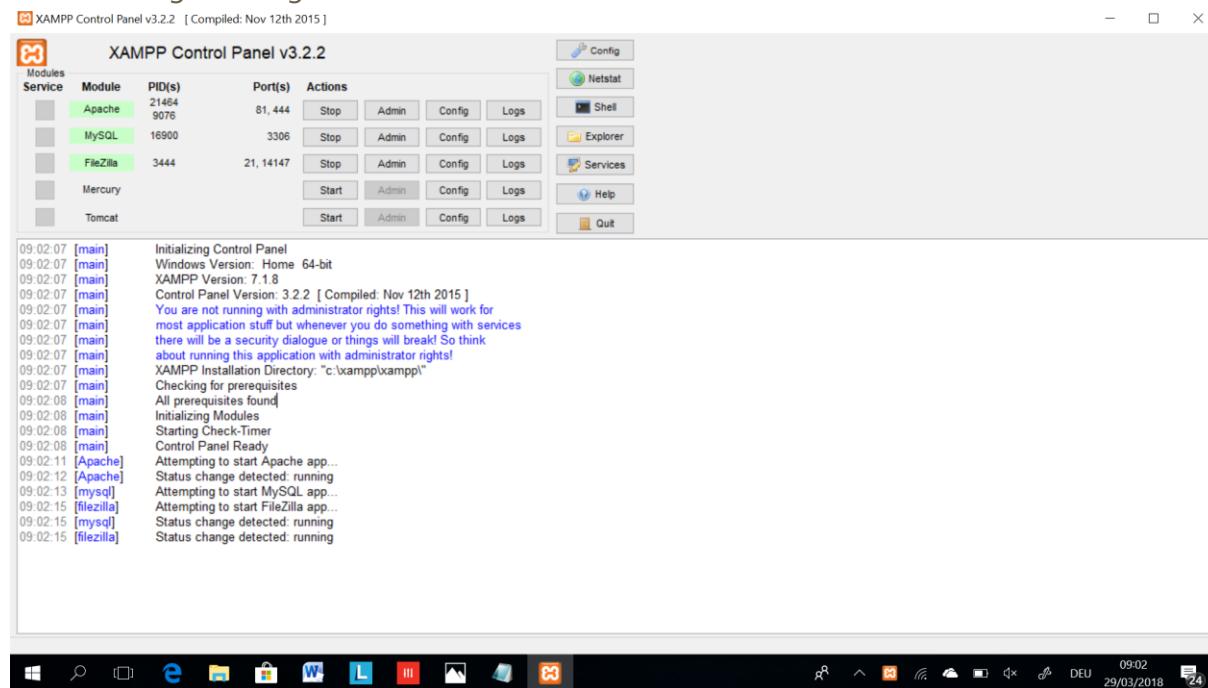
## 9.5 MYSQL Datenbank

MySQL ist eines der weltweit verbreitetsten relationalen Datenbankverwaltungssysteme.

Bei XAMPP wurde ein MySQL Datenbankserver bereits mitinstalliert. Diesen zu starten ist sehr simpel, dafür wird diexampp-control.exe aufgerufen und den Start-Button gedrückt. Das sollte den MySQL-Server starten. Dies wird überprüft, indem die Adresse <http://localhost/phpmyadmin> aufgerufen wird.

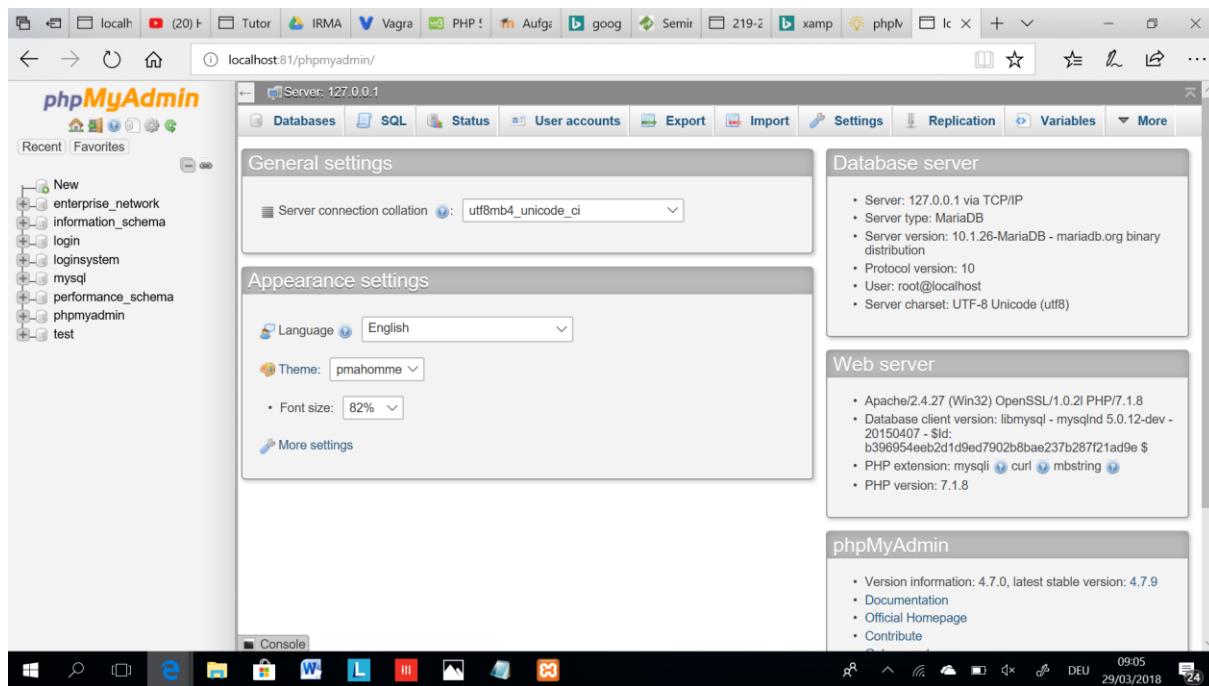
## 9.6. XAMPP

XAMPP steht für Cross-Plattform (X), Apache (A), MariaDB (M), PHP (p) und Perl (p). XAMPP ist ein freies und Open Source plattformübergreifendes Web Server Stapel Paket, das von den Apache-Freunden entwickelt wird, bestehend hauptsächlich vom Apache HTTP Bediener, von der MariaDB Datenbank und von den Dolmetschern für die Skripte, die in den PHP-und Perl Programmiersprachen geschrieben werden. XAMPP ist auch Cross-Plattform, was bedeutet, es funktioniert genauso gut auf Linux, Mac und Windows.



## 9.7. PHPMYADMIN

PhpMyAdmin ist die Standardsoftware für das Verwaltung von MySQL Datenbanken. phpMyAdmin ist ein kostenloses Software-Tool in PHP geschrieben, soll die Verwaltung von MySQL über das Web zu behandeln. phpMyAdmin unterstützt eine breite Palette von Operationen auf MySQL und MariaDB. Häufig verwendete Operationen (Verwalten von Datenbanken, Tabellen, Spalten, Beziehungen, Indizes, Benutzer, Berechtigungen usw.) können über die Benutzeroberfläche ausgeführt werden, während Sie weiterhin die Möglichkeit haben, eine SQL-Anweisung direkt auszuführen.



### 9.7.1. Funktionen

- Unterstützung für die meisten MySQL-Funktionen: Datenbanken, Tabellen, Sichten, Felder und Indizes durchsuchen und ablegen
- erstellen, kopieren, löschen, umbenennen und ändern von Datenbanken, Tabellen, Feldern und Indizes
- Wartungsserver, Datenbanken und Tabellen mit Vorschlägen zur Serverkonfiguration
- ausführen, bearbeiten und bookmarken beliebiger SQL-Statements
- Verwalten von MySQL-Benutzerkonten und-Privilegien
- Verwalten von gespeicherten Prozeduren und Triggern
- Verwalten mehrerer Server
- Erstellen von Grafiken des Datenbanklayouts in verschiedenen Formaten

## 10.Implementation

### 10.1.Die Kernfunktionalität

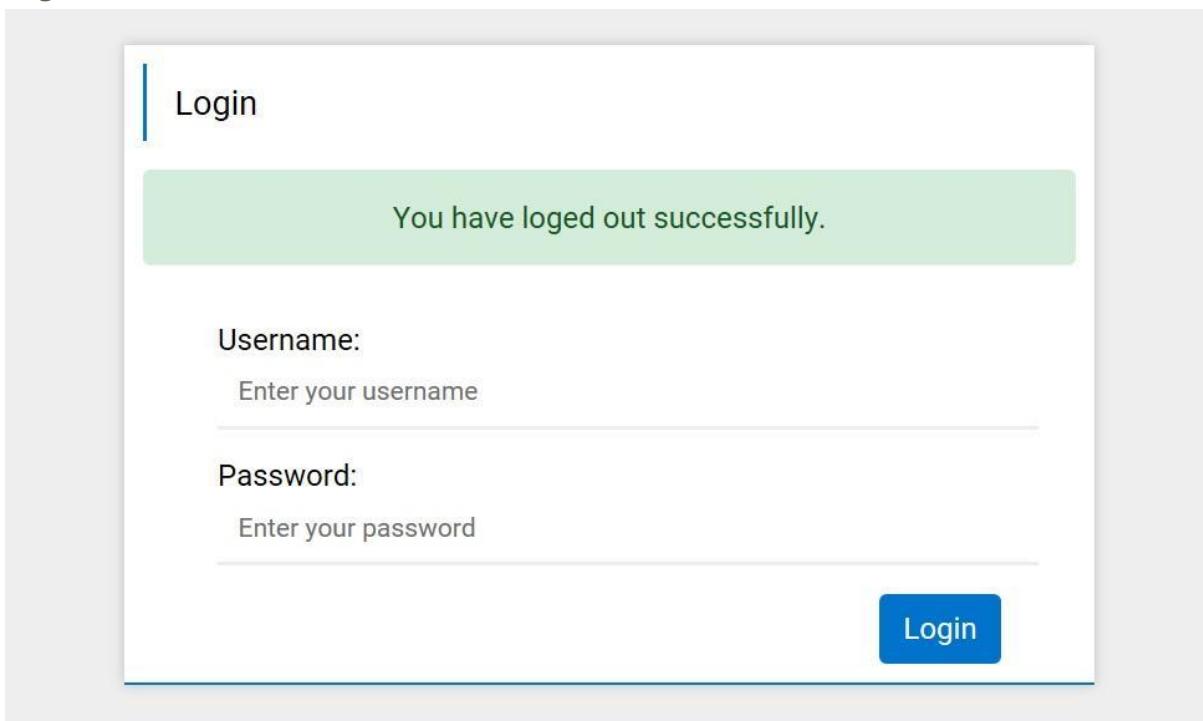
Die Hauptfunktion dieser Web-Schnittstelle ist die Registrierung der Mitarbeiter und die Erleichterung der Kommunikation zwischen Mitarbeitern und Vorgesetzten in Form eines CMS. Die Mitarbeiter haben nicht die Möglichkeit, sich in der Web Schnittstelle anzumelden, sondern wird die Registrierung von einem Administrator durchgeführt. Jeder Benutzer erhält einen Benutzernamen und ein Passwort, mit dem er sich Zugang zu seiner eigenen Homepage verschafft. Auf jeder Homepage wird eine eigene Taskliste angezeigt, die täglich bearbeitet wird. Benutzer haben die Möglichkeit, die Aufgaben als abgeschlossen zu markieren und die aufgabenbezogenen Dateien zu hochladen. Auf diese Weise haben sowohl der Mitarbeiter als auch der Administrator einen Einblick in die Aufgabenliste und den Aufgabenstatus. Der Administrator hat Zugriff auf alle Aufgabenlisten (Adminview), während der Mitarbeiter Zugriff auf seine eigene Aufgabenliste hat (Userview).

#### 10.1.1.Loginsystem

Benutzerdaten Eingabe

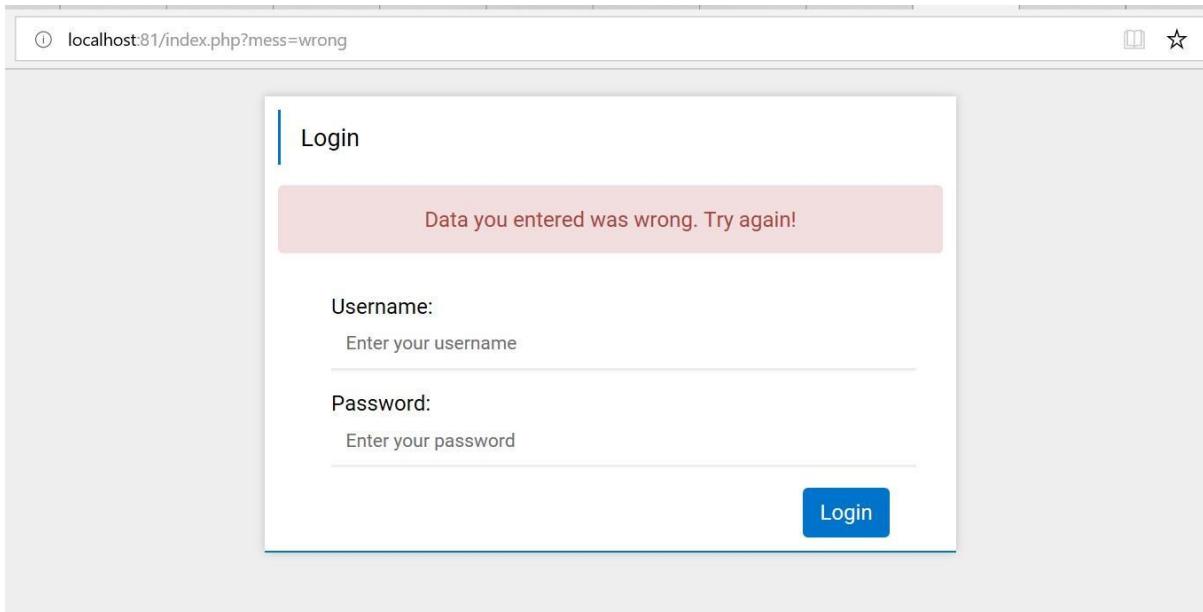
The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost:81/index.php' in the address bar. The main content is a login form titled 'Login'. It contains two text input fields: one for 'Username:' with the placeholder 'Enter your username' and another for 'Password:' with the placeholder 'Enter your password'. Below the inputs is a blue rectangular button labeled 'Login'.

## Logout



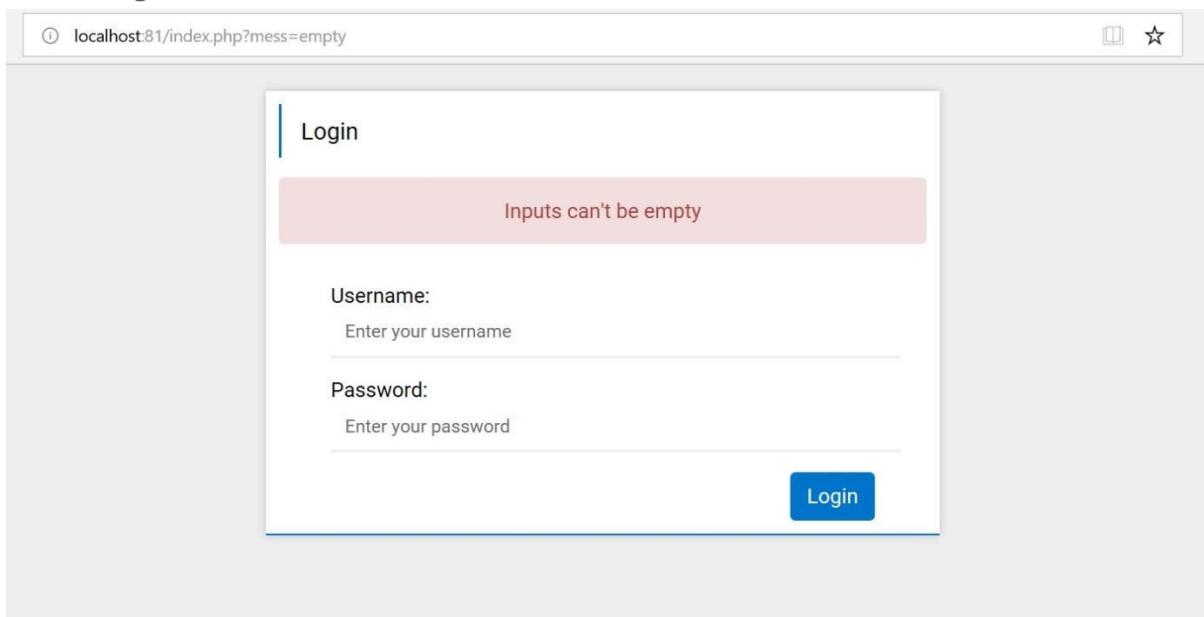
The screenshot shows a login page with a green success message at the top: "You have loged out successfully." Below it are fields for "Username" and "Password", each with a placeholder "Enter your username" or "Enter your password". A blue "Login" button is at the bottom.

## Falsche Benutzerdaten Eingabe



The screenshot shows a browser window with the URL "localhost:81/index.php?mess=wrong". The page displays a red error message: "Data you entered was wrong. Try again!". It has the same layout as the previous screenshot, with "Username" and "Password" fields and a "Login" button.

## Keine Eingabe



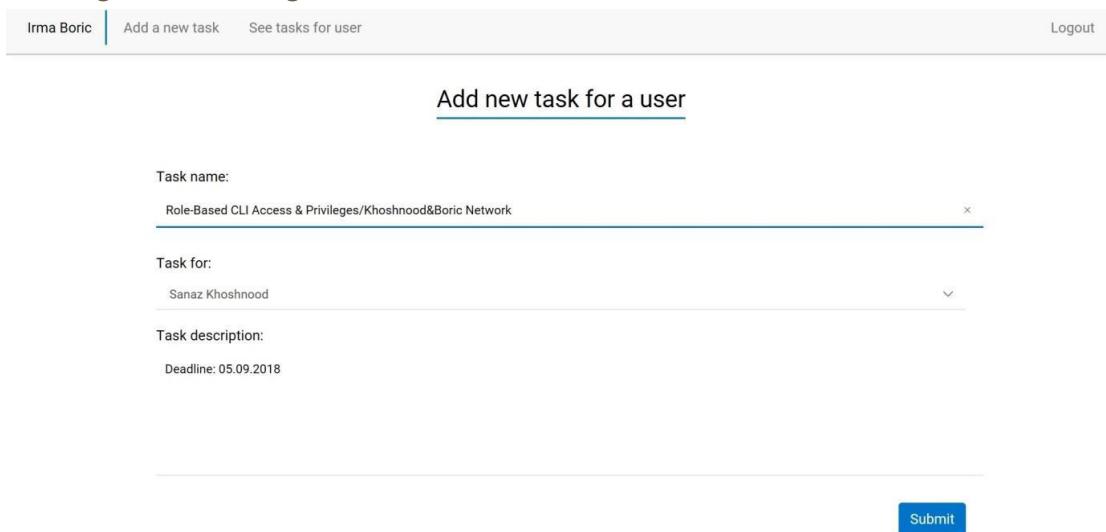
The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:81/index.php?mess=empty`. The page title is "Login". A red error bar at the top center contains the text "Inputs can't be empty". Below it, there are two input fields: "Username:" with placeholder "Enter your username" and "Password:" with placeholder "Enter your password". A blue "Login" button is located at the bottom right of the form area.

## 10.1.2. CMS

### 10.1.2.1. Adminview

Der Administrator kann alle Aufgabenliste sehen und arrangieren (Aufgaben einfügen, beschreiben, löschen).

#### Die Eingabe neue Aufgaben



The screenshot shows a web interface for adding a new task. At the top, there are navigation links: "Irma Boric", "Add a new task", "See tasks for user", and "Logout". The main section is titled "Add new task for a user". It contains the following fields:

- Task name:** Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnoor&Boric Network
- Task for:** Sanaz Khoshnoor
- Task description:** Deadline: 05.09.2018

A blue "Submit" button is located at the bottom right of the form.

## Alle Benutzer und deren Aufgabenlisten Übersicht

Irma Boric | Add a new task | See tasks for user | Logout

### Select user to see his tasks

User name	User username	User email	Num. of tasks	
Sanaz Khoshnood	CCNA	sanazkhoshnood@gmail.com	1	<a href="#">See tasks</a>
Reza Yazdi	donrez	donrez@gmail.com	0	<a href="#">See tasks</a>
Una Boric	una1	unabo@gmail.com	5	<a href="#">See tasks</a>
Tom Ford	tf10	tford@yahoo.com	1	<a href="#">See tasks</a>
Emily Bronte	bronte12	ebronte@gmail.com	0	<a href="#">See tasks</a>
Maria Stefanov	maria17	ms1234@yahoo.com	0	<a href="#">See tasks</a>
Amin Ebrahimi	ebra123	aminebr@gmail.com	0	<a href="#">See tasks</a>

## Ausgewählte User-Task-Liste

Irma Boric | Add a new task | See tasks for user | Logout

[Go back](#)

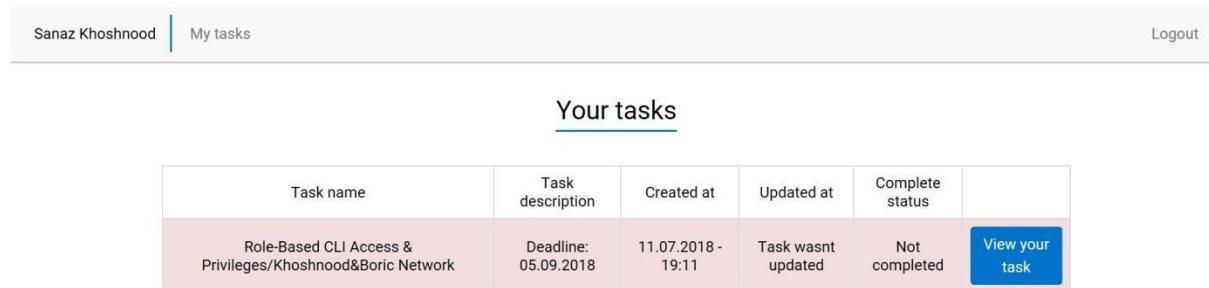
### Tasks from selected user

Task name	Task description	Created at	Updated at	Complete status		
Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnood&Boric Network	Deadline: 05.09.2018	11.07.2018 - 19:11	Task wasnt updated	Not completed	<a href="#">Edit task</a>	<a href="#">Delete task</a>

### 10.1.2.2. Userview

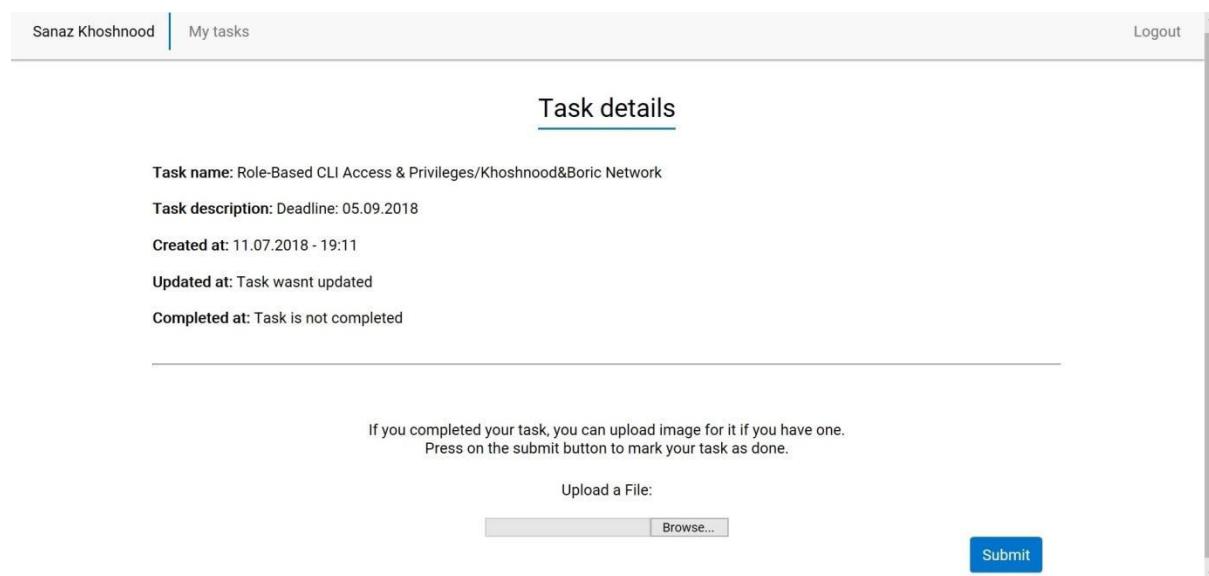
Benutzer hat nur Zugriff auf seine eigene Aufgabenliste. Er kann die Aufgaben sehen und arrangieren, als abgeschlossen markieren und dazu gehörende Dateien hochladen. Offene Aufgaben sind rot markiert, während Aufgaben mit grüner Farbe hervorgehoben werden.

Eigene Aufgabenliste, offene Aufgabe mit rot markiert



Task name	Task description	Created at	Updated at	Complete status	
Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnood&Boric Network	Deadline: 05.09.2018	11.07.2018 - 19:11	Task wasnt updated	Not completed	<a href="#">View your task</a>

Listen Details vor dem Abgabe, mit Upload Möglichkeit



**Task details**

**Task name:** Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnood&Boric Network

**Task description:** Deadline: 05.09.2018

**Created at:** 11.07.2018 - 19:11

**Updated at:** Task wasnt updated

**Completed at:** Task is not completed

---

If you completed your task, you can upload image for it if you have one.  
Press on the submit button to mark your task as done.

Upload a File:

## Die Übersicht der Abgeschlossenen Aufgabe mit hochgeladene Datei

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:81/admin_dashboard/view_task.php?task=14`. The page title is "Task details".  
**Task name:** Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnood&Boric Network  
**Task description:** Deadline: 05.09.2018  
**Created at:** 11.07.2018 - 19:11  
**Updated at:** Task wasn't updated  
**Completed at:** Task is completed  
**Task image:**  
Configuring Role-Based CLI Superviews  
Step 1  
Router(config)#  
parser view View-name superview  
Step 2  
Router(config-view)#  
secret encrypted-password  
Step 3  
Router(config-view)#  
view view-name

Grüne Markierung, die Aufgabe wurde abgeschlossen

Sanaz Khoshnood | My tasks | Logout

Task updated successfully. Task is marked as done!

### Task details

**Task name:** Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnood&Boric Network

**Task description:** Deadline: 05.09.2018

**Created at:** 11.07.2018 - 19:11

**Updated at:** Task wasnt updated

**Completed at:** Task is completed

---

Your task is already completed.

## Allgemeine Übersicht

Sanaz Khoshnood | My tasks | Logout

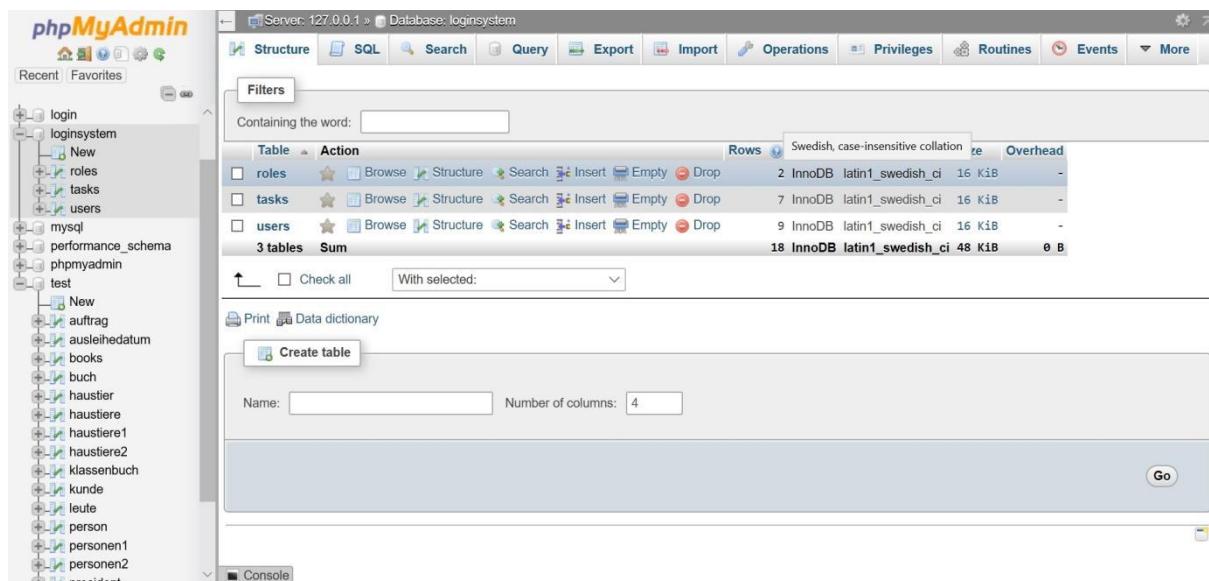
### Your tasks

Task name	Task description	Created at	Updated at	Complete status	
Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshnood&Boric Network	Deadline: 05.09.2018	11.07.2018 - 19:11	Task wasnt updated	Completed	<a href="#">View your task</a>

## 10.2. Datenbank Erstellung

Zum Zweck der Graduirtenarbeit wird eine Datenbank mit dem Namen loginsystem erstellt. In der Datenbank befinden sich drei Tabellen:

- Roles
- Tasks
- Users



**Table: roles**

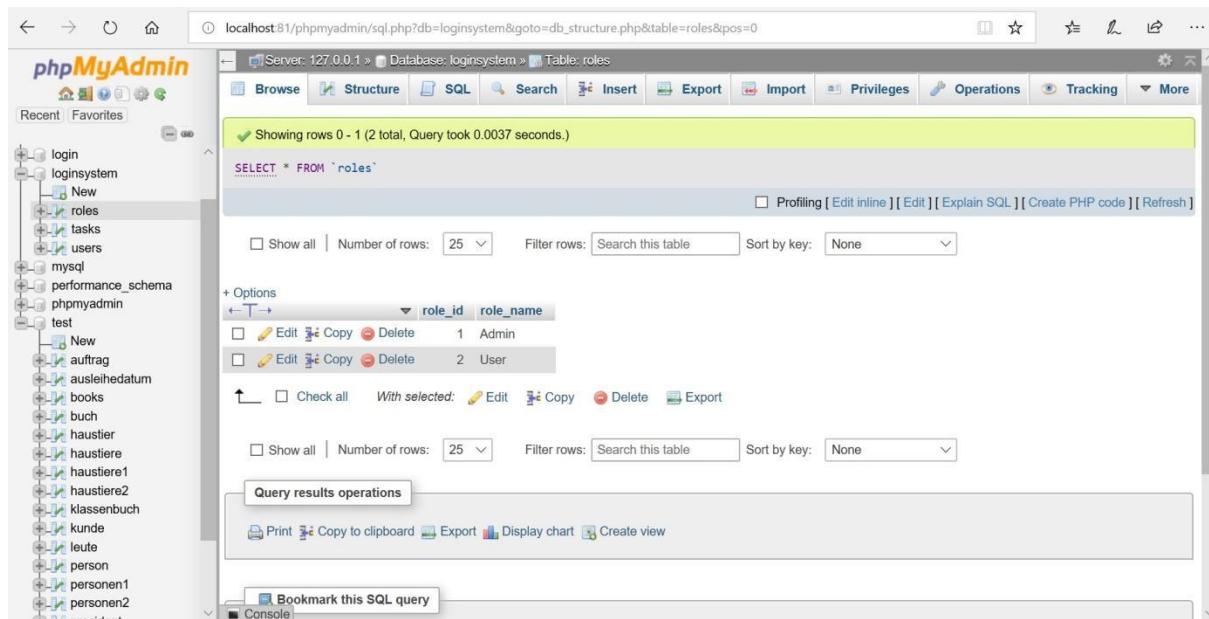
Table	Action	Rows	Collation	Overhead
roles	Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB latin1_swedish_ci	16 Kib
tasks	Browse Structure Search Insert Empty Drop	7	InnoDB latin1_swedish_ci	16 Kib
users	Browse Structure Search Insert Empty Drop	9	InnoDB latin1_swedish_ci	16 Kib
<b>Sum</b>		<b>18</b>	<b>InnoDB latin1_swedish_ci</b>	<b>48 Kib</b>

**Create table**

Name: [ ] Number of columns: 4

Go

### 10.2.1. Tabelle „roles“



**Showing rows 0 - 1 (2 total, Query took 0.0037 seconds.)**

**SELECT \* FROM `roles`**

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: None

+ Options      role\_id      role\_name

role_id	role_name
1	Admin
2	User

Check all With selected: Edit Copy Delete

Show all | Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: None

Query results operations

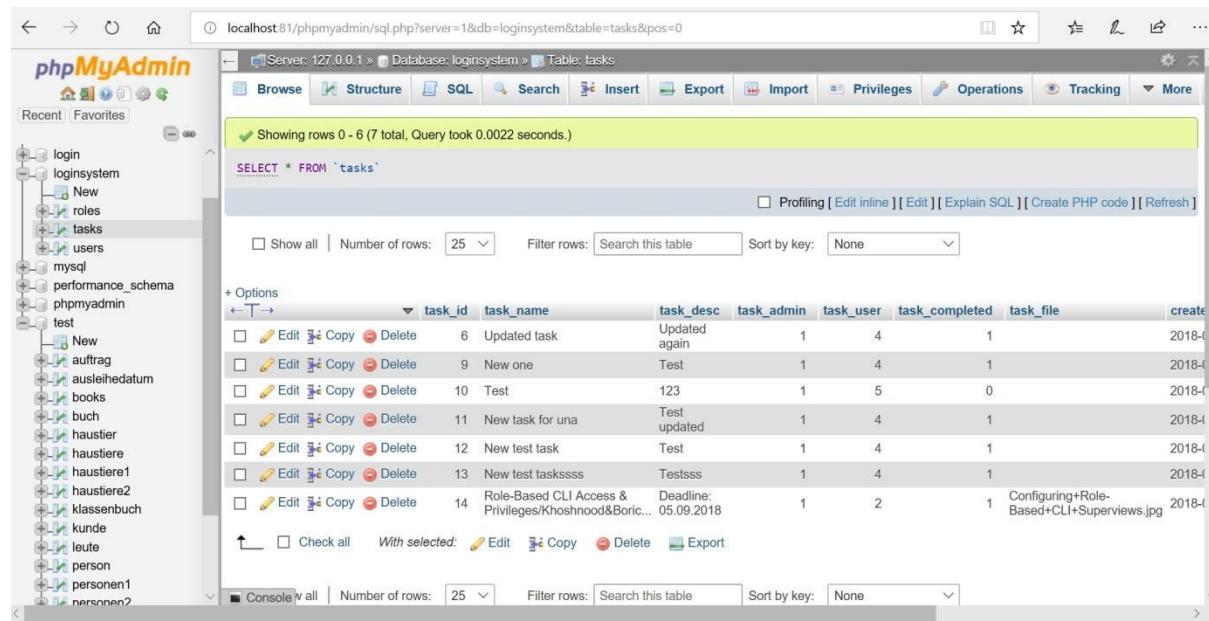
Print Copy to clipboard Export Display chart Create view

Bookmark this SQL query

```
CREATE TABLE `roles` (
```

```
    `role_id` int(1) NOT NULL PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    `role_name` varchar(25) NOT NULL
```

## 10.2.2. Tabelle "tasks"



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'loginsystem' database. The 'tasks' table is selected. The table structure is as follows:

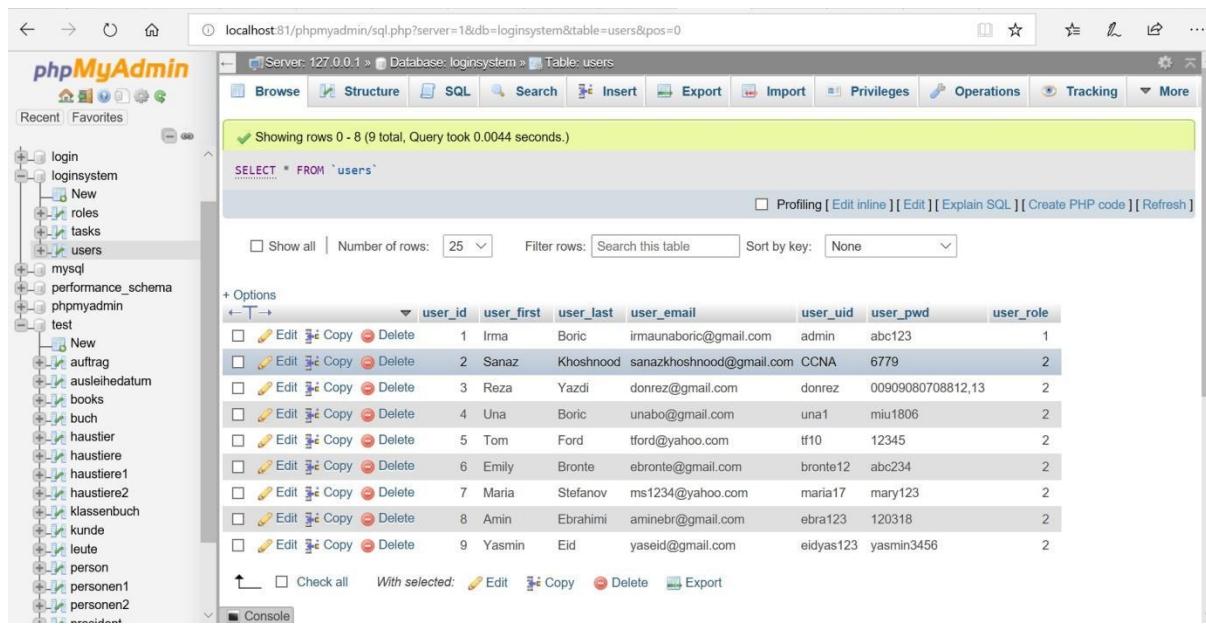
task_id	task_name	task_desc	task_admin	task_user	task_completed	task_file	created_at
6	Updated task	Updated again	1	4	1		2018-09-05 10:20:45
9	New one	Test	1	4	1		2018-09-05 10:20:45
10	Test	123	1	5	0		2018-09-05 10:20:45
11	New task for una	Test updated	1	4	1		2018-09-05 10:20:45
12	New test task	Test	1	4	1		2018-09-05 10:20:45
13	New test tasksss	Testsss	1	4	1		2018-09-05 10:20:45
14	Role-Based CLI Access & Privileges/Khoshsood&Boric...	Deadline: 05.09.2018	1	2	1	Configuring+Role-Based+CLI+Superviews.jpg	2018-09-05 10:20:45

```

CREATE TABLE `tasks` (
  `task_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  `task_name` text NOT NULL,
  `task_desc` text,
  `task_admin` int(1) NOT NULL,
  `task_user` int(11) NOT NULL,
  `task_completed` int(11) NOT NULL,
  `task_file` text,
  `created_at` datetime NOT NULL,
  `updated_at` datetime NOT NULL,
  `completed_at` datetime NOT NULL
)

```

## 10.2.3 Tabelle "users"



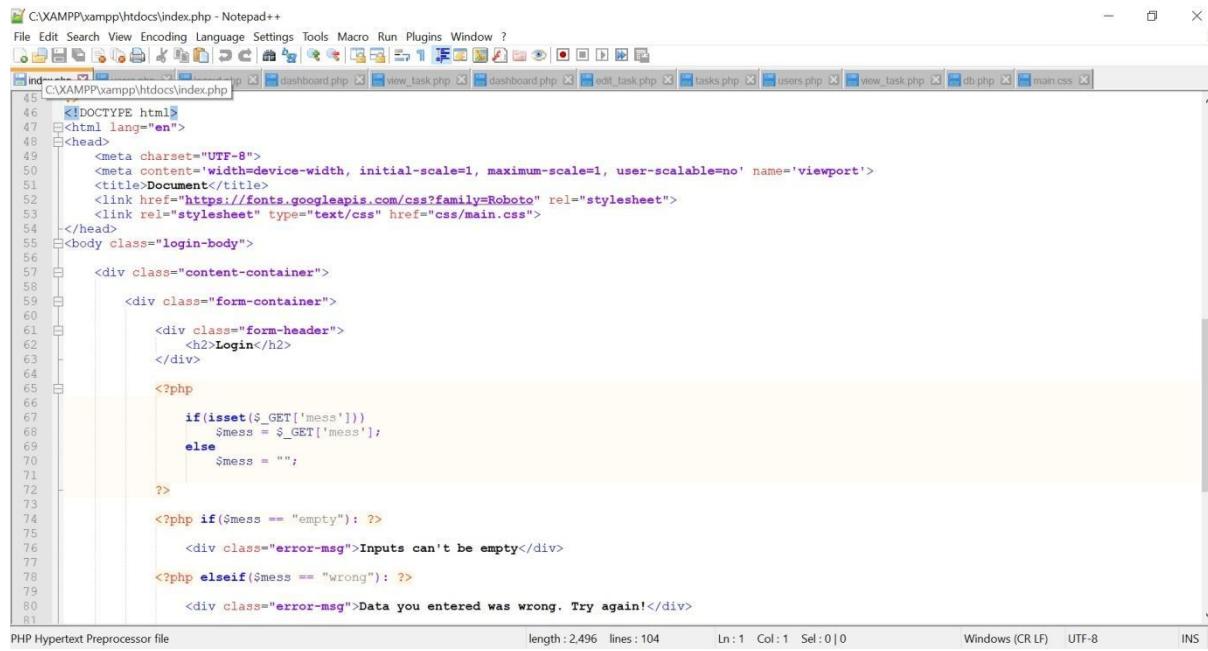
The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'loginsystem' database. The 'users' table is selected. The table structure is as follows:

	user_id	user_first	user_last	user_email	user_uid	user_pwd	user_role
1	1	Irma	Boric	irmaunaboric@gmail.com	admin	abc123	1
2	2	Sanaz	Khoshnood	sanazkhoshnood@gmail.com	CCNA	6779	2
3	3	Reza	Yazdi	donrez@gmail.com	donrez	00909080708812,13	2
4	4	Una	Boric	unabo@gmail.com	una1	miu1806	2
5	5	Tom	Ford	tford@yahoo.com	tf10	12345	2
6	6	Emily	Bronte	ebronte@gmail.com	bronte12	abc234	2
7	7	Maria	Stefanov	ms1234@yahoo.com	maria17	mary123	2
8	8	Amin	Ebrahimi	aminebr@gmail.com	ebra123	120318	2
9	9	Yasmin	Eid	yaseid@gmail.com	eidyas123	yasmin3456	2

```
CREATE TABLE `users` (
```

```
    `user_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    `user_first` varchar(256) NOT NULL,
    `user_last` varchar(256) NOT NULL,
    `user_email` varchar(256) NOT NULL,
    `user_uid` varchar(256) NOT NULL,
    `user_pwd` varchar(256) NOT NULL,
    `user_role` int(1) NOT NULL
)
```

## 10.3 HTML



```

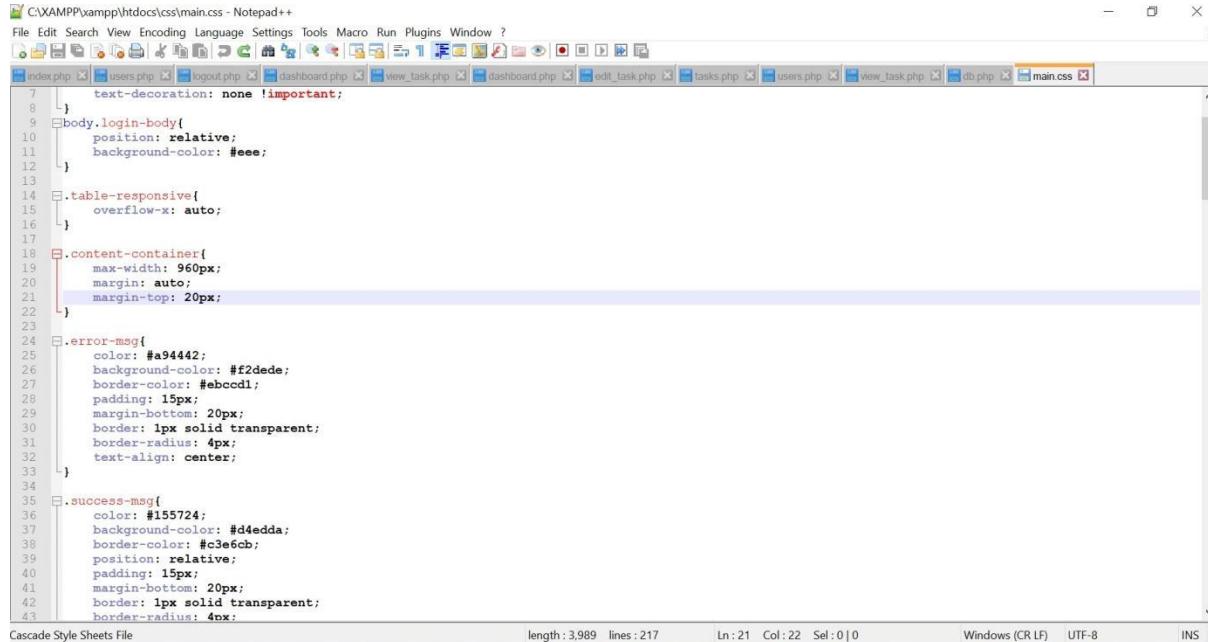
C:\XAMPP\xampp\htdocs\index.php - Notepad++
File Edit Search View Encoding Language Settings Tools Macro Run Plugins Window ?
index.php dashboard.php view_task.php dashboard.php edit_task.php tasks.php users.php view_task.php db.php main.css
45
46 <!DOCTYPE html>
47 <html lang="en">
48 <head>
49   <meta charset="UTF-8">
50   <meta content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-scale=1, user-scalable=no" name='viewport'>
51   <title>Document</title>
52   <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto" rel="stylesheet">
53   <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/main.css">
54 </head>
55 <body class="login-body">
56
57   <div class="content-container">
58     <div class="form-container">
59       <div class="form-header">
60         <h2>Login</h2>
61       </div>
62
63       <?php
64
65         if(isset($_GET['mess'])){
66           $mess = $_GET['mess'];
67         }
68         else
69           $mess = "";
70
71       ?>
72
73       <?php if($mess == "empty"): ?>
74         <div class="error-msg">Inputs can't be empty</div>
75
76       <?php elseif($mess == "wrong"): ?>
77         <div class="error-msg">Data you entered was wrong. Try again!</div>
78
79
80     </?php>
81
82   </div>
83
84 </body>
85
86 <?php
87
88   if($mess == "empty"):
89     echo "Inputs can't be empty";
90
91   elseif($mess == "wrong"):
92     echo "Data you entered was wrong. Try again!";
93
94
95   endif;
96
97 </?php>
98
99 </html>

```

PHP Hypertext Preprocessor file length : 2,496 lines : 104 Ln : 1 Col : 1 Sel : 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

## 10.4. CSS

Zum Zweck der Graduirtenarbeit wurde eine external CSS Datei verwendet, mit dem Namen main.css.



```

C:\XAMPP\xampp\htdocs\css\main.css - Notepad++
File Edit Search View Encoding Language Settings Tools Macro Run Plugins Window ?
index.php users.php login.php dashboard.php view_task.php dashboard.php edit_task.php tasks.php users.php view_task.php db.php main.css
7
8   text-decoration: none !important;
9
10  body.login-body{
11    position: relative;
12    background-color: #eee;
13  }
14
15  .table-responsive{
16    overflow-x: auto;
17  }
18
19  .content-container{
20    max-width: 960px;
21    margin: auto;
22    margin-top: 20px;
23  }
24
25  .error-msg{
26    color: #a94442;
27    background-color: #f2dede;
28    border-color: #ebcd1;
29    padding: 15px;
30    margin-bottom: 20px;
31    border: 1px solid transparent;
32    border-radius: 4px;
33    text-align: center;
34  }
35
36  .success-msg{
37    color: #155724;
38    background-color: #d4edda;
39    border-color: #c3e6cb;
40    position: relative;
41    padding: 15px;
42    margin-bottom: 20px;
43    border: 1px solid transparent;
        border-radius: 4px;

```

Cascade Style Sheets File length : 3,989 lines : 217 Ln : 21 Col : 22 Sel : 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

*/\* GLOBAL CSS START \*/*

```
*{  
    margin: 0px;  
    padding: 0px;  
    font-family: 'Roboto', sans-serif;  
    font-weight: 400;  
    text-decoration: none !important;  
}  
  
body.login-body{  
    position: relative;  
    background-color: #eee;  
}  
  
.table-responsive{  
    overflow-x: auto;  
}  
  
.content-container{  
    max-width: 960px;  
    margin: auto;  
    margin-top: 20px;  
}  
  
.error-msg{  
    color: #a94442;  
    background-color: #f2dede;  
    border-color: #ebcccd1;  
    padding: 15px;
```

```
margin-bottom: 20px;  
border: 1px solid transparent;  
border-radius: 4px;  
text-align: center;  
}
```

```
.success-msg{  
color: #155724;  
background-color: #d4edda;  
border-color: #c3e6cb;  
position: relative;  
padding: 15px;  
margin-bottom: 20px;  
border: 1px solid transparent;  
border-radius: 4px;  
text-align: center;  
}
```

```
.navigation{  
background-color: #f8f8f8;  
border-color: #e7e7e7;  
box-shadow: 0px 1px 3px 0px rgba(0,0,0,0.50);  
padding: 10px;  
}
```

```
.navigation ul li{
```

```
display: inline-block;
```

```
}
```

```
.navigation ul li.user-name{  
    padding: 10px 15px;  
    border-right: 2px solid rgb(0, 116, 204);  
}
```

```
.navigation ul li.user-logout{  
    float: right;  
}
```

```
.navigation ul li a{  
    color: #777;  
    position: relative;  
    cursor: pointer;  
    display: block;  
    padding: 10px 15px;  
    transition: .3s ease-in-out;  
}
```

```
.navigation ul li a:hover{  
    color: black;  
}
```

```
table {
```

```
font-family: arial, sans-serif;  
border-collapse: collapse;  
width: 100%;  
}  
  
td, th {
```

```
border: 1px solid #dddddd;  
padding: 8px;  
}
```

```
td{  
text-align: center;  
}
```

```
tr:nth-child(even) {  
background-color: #dddddd;  
}
```

```
/* GLOBAL CSS END */
```

```
/* LOGIN PAGE CSS START */
```

```
.form-container{  
margin-top: 20px;  
box-shadow: 0px 0px 10px 0px rgba(0,0,0,0.20);  
margin: auto;  
overflow: auto;
```

```
max-width: 500px;  
background-color: white;  
padding: 10px;  
border-bottom: 1px solid rgb(0, 116, 204);  
}
```

```
.form-container .form-header h2{  
    font-size: 18px;  
    font-weight: 300;  
    margin: 0px 0px 15px 0px;  
    padding: 10px 15px;  
    border-left: 2px solid rgb(0, 116, 204)  
}
```

```
.form-container form{  
    padding: 10px 40px;  
}
```

```
form .custom-input{  
    padding: 10px;  
    font-size: 14px;  
    border: none;  
    border-bottom: 2px solid #eee;  
    border-radius: 0;  
    box-shadow: none;  
    width: 100%;  
    margin-bottom: 15px;
```

```
transition: .3s ease-in-out;  
}
```

```
.custom-button{  
    float: right;  
    color: #fff;  
    cursor: pointer;  
    background-color: rgb(0, 116, 204);  
    border: 1px solid transparent;  
    display: inline-block;  
    font-weight: 400;  
    text-align: center;  
    padding: .375rem .75rem;  
    font-size: 1rem;  
    line-height: 1.5;  
    border-radius: .25rem;  
    transition: .3s ease-in-out  
}
```

```
.custom-button-red{  
    color: #fff !important;  
    background-color: #dc3545 !important;  
    border-color: #dc3545 !important;  
}
```

```
form .custom-input:hover{  
    border-color: rgb(0, 116, 204);
```

{

```
form .custom-input:focus{  
    outline: none;  
    border: none;  
    border-bottom: 2px solid rgb(0, 116, 204);  
}
```

```
/* LOGIN PAGE CSS END */
```

```
/* ADMIN DASHBOARD CSS START */
```

```
.content-container .content-header{  
    margin: 35px 0px;  
    text-align: center;  
}
```

```
.content-container .content-header h2{  
    padding-bottom: 5px;  
    font-size: 27px;  
    display: inline-block;  
    border-bottom: 2px solid rgb(0, 116, 204);  
    font-weight: 400;  
}
```

```
.custom-select{  
    display: block;  
    outline: none;
```

```
width: 100%;  
height: 34px;  
padding: 6px 12px;  
font-size: 14px;  
line-height: 1.42857143;  
color: #555;  
background-color: #fff;  
background-image: none;  
border: none;  
border-bottom: 2px solid #eee;  
border-radius: 0;  
box-shadow: none;  
margin-top: 10px;
```

{}

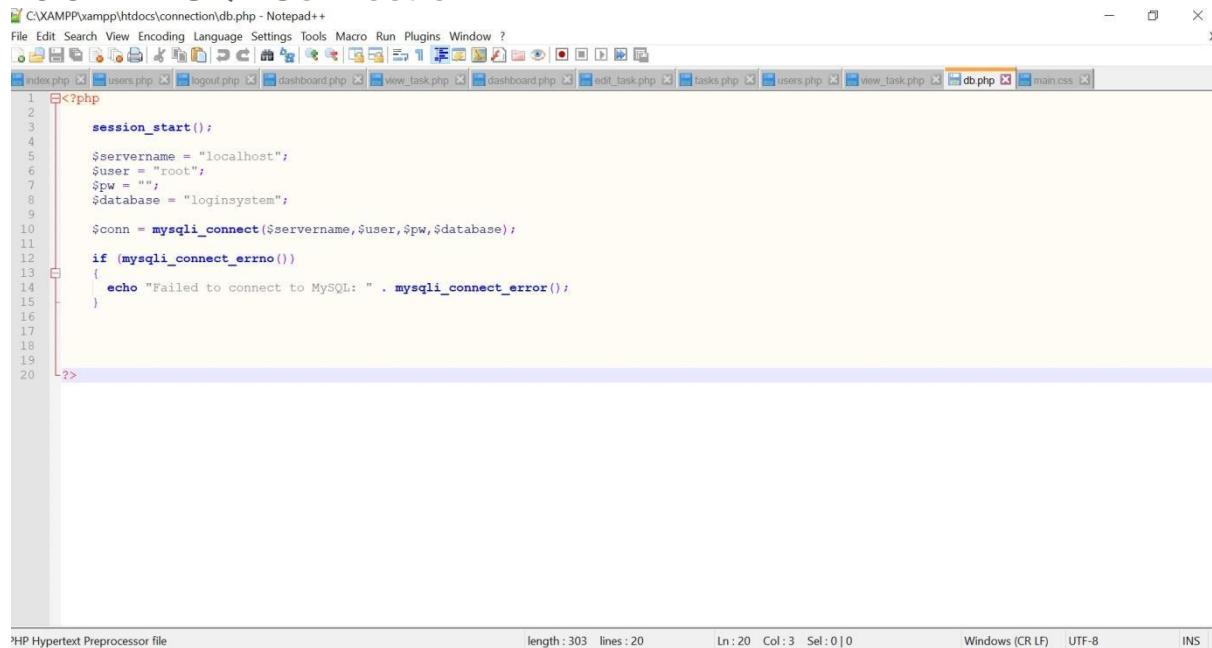
```
.admin-form{  
    overflow: hidden;  
    padding: 20px;  
}
```

```
.admin-form .custom-input{  
    margin-bottom: 30px;  
    margin-top: 10px;  
}
```

```
/* ADMIN DASHBOARD CSS END */
```

## 10.5 PHP Kodierung

### 10.5.1 MYSQL Connection



The screenshot shows a Notepad++ window with the following PHP code:

```
1 <?php
2
3 session_start();
4
5 $servername = "localhost";
6 $user = "root";
7 $pw = "";
8 $database = "loginsystem";
9
10 $conn = mysqli_connect($servername, $user, $pw, $database);
11
12 if (mysqli_connect_errno())
13 {
14     echo "Failed to connect to MySQL: " . mysqli_connect_error();
15 }
16
17
18
19
20 ?>
```

The code establishes a MySQL connection using the mysqli extension. It starts by calling session\_start(). Then it defines variables for the database connection: \$servername, \$user, \$pw, and \$database. It then uses the mysqli\_connect() function to establish a connection. If the connection fails, it outputs an error message using echo. The code ends with a closing tag ?>.

<?php

```
session_start();  
  
$servername = "localhost";  
  
$user = "root";
```

```
$pw = "";
$database = "loginsystem";
$conn = mysqli_connect($servername,$user,$pw,$database);

if (mysqli_connect_errno())
{
    echo "Failed to connect to MySQL: " . mysqli_connect_error();
}
```

## 10.5.2 Login

## 11.RASPBERRY PI 3

### 11.1. RaspbianOS

Raspbian ist das offiziell unterstützte Betriebssystem der Foundation. Sie können es mit NOOBS installieren oder laden Sie das Bild unten und folgen Sie unserer Installationsanleitung.

Raspbian ist mit viel Software für die Ausbildung, Programmierung und den allgemeinen Gebrauch vorinstalliert. Es hat Python, Scratch, Sonic Pi, Java, Mathematica und mehr.

### 11.2. APACHE2 WEB Server

Das Apache HTTP Server Project ist ein Versuch, einen Open-Source-HTTP-Server für moderne Betriebssysteme einschließlich UNIX und Windows zu entwickeln und zu warten. Das Ziel dieses Projekts ist die Bereitstellung eines sicheren, effizienten und erweiterbaren Servers, der HTTP-Dienste synchron mit den aktuellen HTTP-Standards bereitstellt.

Der Apache HTTP Server ("httpd") wurde 1995 lanciert und ist seit April 1996 der beliebteste Webserver im Internet. Er hat im Februar 2015 sein 20-jähriges Bestehen als Projekt gefeiert.

23.03.2018

pi@raspberrypi:~ \$ sudo apt-get update

Err:1 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian stretch InRelease

Temporary failure resolving 'mirrordirector.raspbian.org'

Err:2 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch InRelease

Temporary failure resolving 'archive.raspberrypi.org'

Reading package lists... Done

W: Failed to fetch http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/dists/stretch/InRelease Temporary failure resolving 'mirrordirector.raspbian.org'

W: Failed to fetch http://archive.raspberrypi.org/debian/dists/stretch/InRelease Temporary failure resolving 'archive.raspberrypi.org'

W: Some index files failed to download. They have been ignored, or old ones used instead.

pi@raspberrypi:~ \$

#pi@raspberrypi:~ \$ #

pi@raspberrypi:~ \$

pi@raspberrypi:~ \$ sudo apt-get update

Err:1 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch InRelease

Temporary failure resolving 'archive.raspberrypi.org'

Err:2 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian stretch InRelease

Temporary failure resolving 'mirrordirector.raspbian.org'

Reading package lists... Done

W: Failed to fetch http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/dists/stretch/InRelease Temporary failure resolving 'mirrordirector.raspbian.org'

W: Failed to fetch http://archive.raspberrypi.org/debian/dists/stretch/InRelease Temporary failure resolving 'archive.raspberrypi.org'

W: Some index files failed to download. They have been ignored, or old ones used instead.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install apache2
```

Reading package lists... Done

Building dependency tree

Reading state information... Done

apache2 is already the newest version (2.4.25-3+deb9u3).

0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 268 not upgraded.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install php
```

Display all 577 possibilities? (y or n)

php

php7.0

php7.0-bcmath

php7.0-bz2

php7.0-cgi

php7.0-cli

php7.0-common

php7.0-curl

php7.0-dba

php7.0-dev

php7.0-enchant

php7.0-fpm

php7.0-gd

php7.0-gmp

php7.0-imap

php7.0-interbase

php7.0-intl  
php7.0-json  
php7.0-ldap  
php7.0-mbstring  
php7.0-mcrypt  
php7.0-mysql  
php7.0-odbc  
php7.0-opcache  
php7.0-pgsql  
php7.0-phpdbg  
php7.0-pspell  
php7.0-readline  
php7.0-recode  
php7.0-snmp  
php7.0-soap  
php7.0-sqlite3  
php7.0-sybase  
php7.0-tidy  
php7.0-xml  
php7.0-xmlrpc  
php7.0-xsl  
php7.0-zip  
php7cc  
phpab  
php-all-dev  
php-amqp  
php-amqplib

php-analog  
php-apcu  
php-apcu-bc  
php-apigen  
php-apigen-theme-bootstrap  
php-apigen-theme-default  
php-assetic  
php-ast  
php-auth  
php-auth-http  
php-auth-sasl  
php-aws-sdk  
phpbb3  
phpbb3-l10n  
php-bcmath  
php-benchmark  
php-bz2  
php-cache  
php-cache-integration-tests  
php-cache-lite  
php-calendar  
php-cas  
php-cgi  
php-cli  
php-cli-prompt  
php-codecoverage  
php-codesniffer

php-common  
php-compat  
php-composer-ca-bundle  
php-composer-semver  
php-composer-spdx-licenses  
php-config  
php-console-commandline  
php-console-table  
php-constant-time  
phpcpd  
php-crypt-blowfish  
php-crypt-cbc  
php-crypt-chap  
php-crypt-gpg  
php-cssmin  
php-curl  
php-date  
php-db  
php-deepcopy  
php-dev  
php-directory-scanner  
php-doc  
php-doctrine-annotations  
php-doctrine-bundle  
php-doctrine-cache  
php-doctrine-cache-bundle  
php-doctrine-collections

php-doctrine-common  
php-doctrine-data-fixtures  
php-doctrine-dbal  
php-doctrine-inflector  
php-doctrine-instantiator  
php-doctrine-lexer  
php-doctrine-orm  
php-dompdf  
phpdox  
php-dropbox  
php-elisp  
php-email-validator  
php-enchant  
php-event-dispatcher  
php-facedetect  
php-fdomdocument  
php-file  
php-file-iterator  
php-finder-facade  
php-finder-facade-doc  
php-font-lib  
php-fpdf  
php-fpm  
php-fshl  
php-fxsl  
phpgacl  
php-gd

php-gearman  
php-geoip  
php-geshi  
php-getid3  
php-gettext  
php-gmagick  
php-gmp  
php-gnupg  
php-google-api-php-client  
php-google-auth  
php-guestfs  
php-guzzle  
php-guzzle-doc  
php-guzzlehttp  
php-guzzlehttp-command  
php-guzzlehttp-log-subscriber  
php-guzzlehttp-message-integrity-subscriber  
php-guzzlehttp-promises  
php-guzzlehttp-psr7  
php-guzzlehttp-retry-subscriber  
php-guzzlehttp-ringphp  
php-guzzlehttp-ringphp-doc  
php-guzzle-stream  
php-hamcrest  
php-horde  
php-horde-activesync  
php-horde-alarm

php-horde-ansel  
php-horde-argv  
php-horde-auth  
php-horde-autoloader  
php-horde-browser  
php-horde-cache  
php-horde-cli  
php-horde-compress  
php-horde-compress-fast  
php-horde-constraint  
php-horde-content  
php-horde-controller  
php-horde-core  
php-horde-crypt  
php-horde-crypt-blowfish  
php-horde-cssminify  
php-horde-css-parser  
php-horde-data  
php-horde-date  
php-horde-date-parser  
php-horde-dav  
php-horde-db  
php-horde-editor  
php-horde-elasticsearch  
php-horde-exception  
php-horde-feed  
php-horde-form

php-horde-gollem

php-horde-group

php-horde-groupware

php-horde-hashtable

php-horde-history

php-horde-http

php-horde-icalendar

php-horde-idna

php-horde-image

php-horde-imap-client

php-horde-imp

php-horde-imsp

php-horde-ingo

php-horde-injector

php-horde-itip

php-horde-javascriptminify

php-horde-javascriptminify-jsmin

php-horde-kolab-format

php-horde-kolab-server

php-horde-kolab-session

php-horde-kolab-storage

php-horde-kronolith

php-horde-ldap

php-horde-listheaders

php-horde-lock

php-horde-log

php-horde-logintasks

php-horde-lz4  
php-horde-mail  
php-horde-mail-autoconfig  
php-horde-mapi  
php-horde-memcache  
php-horde-mime  
php-horde-mime-viewer  
php-horde-mnemo  
php-horde-mongo  
php-horde-nag  
php-horde-nls  
php-horde-notification  
php-horde-oauth  
php-horde-openxchange  
php-horde-pack  
php-horde-passwd  
php-horde-pdf  
php-horde-perms  
php-horde-prefs  
php-horde-queue  
php-horde-rdo  
php-horde-role  
php-horde-routes  
php-horde-rpc  
php-horde-scheduler  
php-horde-scribe  
php-horde-secret

php-horde-serialize  
php-horde-service-facebook  
php-horde-service-gravatar  
php-horde-service-twitter  
php-horde-service-urlshortener  
php-horde-service-weather  
php-horde-sesha  
php-horde-sessionhandler  
php-horde-share  
php-horde-smtp  
php-horde-socket-client  
php-horde-spellchecker  
php-horde-stream  
php-horde-stream-filter  
php-horde-stream-wrapper  
php-horde-support  
php-horde-syncml  
php-horde-template  
php-horde-test  
php-horde-text-diff  
php-horde-text-filter  
php-horde-text-filter-csstidy  
php-horde-text-filter-jsmin  
php-horde-text-flowed  
php-horde-thrift  
php-horde-timeobjects  
php-horde-timezone

php-horde-token  
php-horde-translation  
php-horde-trean  
php-horde-tree  
php-horde-turba  
php-horde-url  
php-horde-util  
php-horde-vfs  
php-horde-view  
php-horde-webmail  
php-horde-whups  
php-horde-wicked  
php-horde-xml-element  
php-horde-xml-wbxml  
php-htmlawed  
php-html-common  
php-htmlpurifier  
php-html-safe  
php-html-table  
php-html-template-it  
php-http  
php-http-request  
php-http-request2  
php-http-upload  
php-http-webdav-server  
php-icinga  
php-igbinary

php-image-text

php-imagick

php-imap

php-interbase

php-intl

php-invoker

php-irods-prods

php-jama

php-jmespath

php-json

php-json-patch

php-json-schema

php-jwt

php-kdyby-events

php-kit-pathjoin

php-kolab-filter

php-kolab-freebusy

php-ldap

phpldapadmin

php-league-flysystem

php-letodms-core

php-letodms-lucene

php-libsodium

php-libvirt-php

phploc

php-log

php-mail

php-mail-mbox  
php-mail-mime  
php-mail-mimedecode  
php-mailparse  
php-markdown  
php-math-biginteger  
php-mbstring  
php-mcrypt  
phpmd  
php-mdb2  
php-mdb2-driver-mysql  
php-mdb2-driver-pgsql  
php-mdb2-schema  
php-memcache  
php-memcached  
php-mf2  
php-mime-type  
php-mockery  
php-mockery-doc  
php-mongodb  
php-monolog  
php-msgpack  
php-mssql-bundle  
phpmyadmin  
php-mysql  
php-net-checkip  
php-net-dime

php-net-dns2  
php-net-dnsbl  
php-net-ftp  
php-net-idna2  
php-net-imap  
php-net-ipv4  
php-net-ipv6  
php-net-ldap  
php-net-ldap2  
php-net-ldap3  
php-net-lmtp  
php-net-nntp  
php-net-ping  
php-net-portscan  
php-net-publicsuffix  
php-net-sieve  
php-net-smartirc  
php-net-smtp  
php-net-socket  
php-nette  
php-net-url  
php-net-url2  
php-net-whois  
php-nrk-predis  
php-numbers-words  
php-oauth  
php-odbc

php-opencloud

php-opencloud-doc

php-openid

php-pager

php-parser

php-patchwork-jsqueeze

php-patchwork-utf8

php-pclzip

php-pdfparser

php-pear

php-pecl-http

php-pecl-http-dev

phppgadmin

php-pgsql

php-phpdbg

php-phpdocumentor-reflection

php-phpdocumentor-reflection-common

php-phpdocumentor-reflection-docblock

php-phpdocumentor-type-resolver

php-phpdocx

php-php-gettext

php-phpseclib

php-phpspec-prophecy

php-picofeed

php-pimple

php-pinba

php-propel-runtime

php-propro  
php-propro-dev  
php-proxy-manager  
php-ps  
php-pspell  
php-psr-cache  
php-psr-http-message  
php-psr-log  
php-punic  
phpqrcode  
php-radius  
php-random-compat  
php-randomlib  
php-raphf  
php-raphf-dev  
php-react-promise  
php-readline  
php-recode  
php-redis  
php-remctl  
phpreports  
php-rrd  
php-sabre-dav  
php-sabre-dav-2.1  
php-sabre-event  
php-sabre-http  
php-sabre-http-3

php-sabre-uri

php-sabre-vobject

php-sabre-vobject-3

php-sabre-xml

php-seclib

php-securitylib

php-sepa-direct-debit

php-services-json

php-services-weather

php-smb

php-smbclient

php-snmp

php-soap

php-solr

php-sql-formatter

php-sqlite3

php-ssh2

php-stomp

php-streams

php-structures-datagrid

php-structures-datagrid-datasource-array

php-structures-datagrid-renderer-htmltable

php-structures-datagrid-renderer-pager

php-superclosure

php-swiftmailer

php-sybase

php-symfony

php-symfony2-yaml  
php-symfony-asset  
php-symfony-browser-kit  
php-symfony-class-loader  
php-symfony-config  
php-symfony-console  
php-symfony-css-selector  
php-symfony-debug  
php-symfony-debug-bundle  
php-symfony-dependency-injection  
php-symfony-doctrine-bridge  
php-symfony-dom-crawler  
php-symfony-event-dispatcher  
php-symfony-expression-language  
php-symfony-fs  
php-symfony-finder  
php-symfony-form  
php-symfony-framework-bundle  
php-symfony-http-foundation  
php-symfony-http-kernel  
php-symfony-intl  
php-symfony-ldap  
php-symfony-locale  
php-symfony-monolog-bridge  
php-symfony-options-resolver  
php-symfony-phpunit-bridge  
php-symfony-polyfill

php-symfony-polyfill-apcu  
php-symfony-polyfill-iconv  
php-symfony-polyfill-intl-grapheme  
php-symfony-polyfill-intl-icu  
php-symfony-polyfill-intl-normalizer  
php-symfony-polyfill-mbstring  
php-symfony-polyfill-php54  
php-symfony-polyfill-php55  
php-symfony-polyfill-php56  
php-symfony-polyfill-php70  
php-symfony-polyfill-util  
php-symfony-polyfill-xml  
php-symfony-process  
php-symfony-property-access  
php-symfony-property-info  
php-symfony-proxy-manager-bridge  
php-symfony-routing  
php-symfony-security  
php-symfony-security-acl  
php-symfony-security-bundle  
php-symfony-security-core  
php-symfony-security-csrf  
php-symfony-security-guard  
php-symfony-security-http  
php-symfony-serializer  
php-symfony-stopwatch  
php-symfony-swiftmailer-bridge

php-symfony-templating  
php-symfony-translation  
php-symfony-twig-bridge  
php-symfony-twig-bundle  
php-symfony-validator  
php-symfony-var-dumper  
php-symfony-web-profiler-bundle  
php-symfony-yaml  
phpsysinfo  
php-tcpdf  
php-text-captcha  
php-text-figlet  
php-text-languagedetect  
php-text-password  
php-text-template  
php-text-wiki  
php-texy  
php-tideways  
php-tidy  
php-timer  
php-tokenreflection  
php-token-stream  
php-twig  
php-twig-doc  
phpunit  
PHPUnit-Code-Unit-Reverse-Lookup  
phpunit-comparator

phpunit-dbunit  
phpunit-diff  
phpunit-environment  
phpunit-exporter  
phpunit-git  
phpunit-global-state  
phpunit-mock-object  
phpunit-object-enumerator  
phpunit-recursion-context  
phpunit-resource-operations  
phpunit-selenium  
phpunit-story  
phpunit-version  
php-uploadprogress  
php-uuid  
php-validate  
phpwebcounter  
phpwebcounter-extra  
php-webmozart-assert  
php-wikidiff2  
php-xajax  
php-xdebug  
php-xml  
php-xml-dtd  
php-xml-htmlsax3  
php-xml-parser  
php-xmlrpc

php-xml-rpc

php-xml-rpc2

php-xml-rss

php-xml-serializer

php-xml-svg

php-yac

php-yaml

php-zend-code

php-zend-db

php-zend-eventmanager

php-zend-hydrator

php-zend-search

php-zend-stdlib

php-zend-xml

php-zeroc-ice

php-zeta-base

php-zeta-console-tools

php-zeta-unit-test

php-zip

php-zipstreamer

php-zmq

pi@raspberrypi:~ \$ cd /etc/apache2/

pi@raspberrypi:/etc/apache2 \$ ls

apache2.conf conf-enabled magic mods-enabled sites-available

conf-available envvars mods-available ports.conf sites-enabled

pi@raspberrypi:/etc/apache2 \$ cd sites-available/

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available \$ ls

```
000-default.conf default-ssl.conf

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo cp 000-default.conf smart.conf

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo nano smart.conf

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ cd /var/www/html/smarty
bash: cd: /var/www/html/smarty: No such file or directory

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo nano /var/www/html/smarty/index.html

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ cd ~

pi@raspberrypi:~ $ cd /pi
bash: cd: /pi: No such file or directory

pi@raspberrypi:~ $ ls
Adafruit_python_MPR121 Documents Music Public Templates
Desktop Downloads Pictures python_games Videos

pi@raspberrypi:~ $ cd Desktop/
pi@raspberrypi:~/Desktop $ ls
mpr121 Rez Rez1 rez.naz.txt

pi@raspberrypi:~/Desktop $ mkdir /smart
mkdir: cannot create directory '/smart': Permission denied

pi@raspberrypi:~/Desktop $ sudo mkdir /smart

pi@raspberrypi:~/Desktop $ cd /smart/
pi@raspberrypi:/smart $ sudo nano index.html

pi@raspberrypi:/smart $ cd /etc/apache2/
pi@raspberrypi:/etc/apache2 $ cd sites-available/
pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo nano smart.conf
pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo a2ensite smart.conf

Enabling site smart.

To activate the new configuration, you need to run:

systemctl reload apache2
```

```
pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo serv
servertool service

pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo service apache2 reload
pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo nano /etc/hosts
pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ sudo service apache2 reload
pi@raspberrypi:/etc/apache2/sites-available $ cd /var/www/html/
pi@raspberrypi:/var/www/html $ sudo mkdir smart
pi@raspberrypi:/var/www/html $ cd smart/
pi@raspberrypi:/var/www/html/smart $ sudo nano index.html
pi@raspberrypi:/var/www/html/smart $ sudo nano /etc/apache2/sites-available/smart.conf
pi@raspberrypi:/var/www/html/smart $ sudo service apache2 reload
pi@raspberrypi:/var/www/html/smart $ sudo nano /etc/apache2/sites-available/smart.conf
pi@raspberrypi:/var/www/html/smart $ sudo service apache2
reloadpi@raspberrypi:/var/www/html/smart $
```

## GLOSSAR

**QoS-** Quality of service

**VIRL-** Cisco Virtual Internet Routing Lab

**RDBMS-** Relational Database Management System

**HW-** Hardware

**VM-** Virtual Machine

**CPU-** Central Process Unit

**RAM-** Random Access Memory

**EULA-** End User License Agreement

**DHCP-** Dynamic Host Configuration Protocol

**IOS-** Internetwork Operating System

**IT-** Information Technology

**LXC-** Linux Containers

**OVA-** Open Virtual Appliance

**RSA-** Random Sequential Adsorption

**IPv6-** Internet Protocol Version 6

**IPv4-** Internet Protocol Version 4

**OSPF-** Open Shortest Path First

**BGP-** Border Gateway Protocol

**EIGRP-** Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

**TCP/IP-** Transmission Control Protocol/Internet Protocol

**RIP** - Routing Information Protocol

**NAT-** Network Address Translation

**AAA-** Authentication Authorization and Accounting

**SNMP-** Simple Network Management Protocol

**CLI-** Call Level Interface

**HTML-** Hypertext Markup Language

**HTTP-** Hypertext Transfer Protocol

**PHP-** Hypertext Preprocessor

**CSS-** Cascading Style Sheets

## Sources and bibliography

[1].<https://learningnetworkstore.cisco.com/virtual-internet-routing-lab-virl/cisco-personal-edition-pe-20-nodes-virl-20>

[2].<https://www.namecheap.com/support/knowledgebase/article.aspx/798/67/what-is-an-rsa-key-used-for>

[3].<https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipv6/basic/configuration/xe-3s/ip6b-xe-3s-book/ip6-add-basic-conn-xe.html>