
Praktikum Rechnernetze

Protokoll zu Versuch 3 (Router-Betriebssystem Cisco IOS)
von Gruppe 1

Jakob Waibel, Daniel Hiller, Elia Wüstner, Felix Pojtinger

2021-10-19

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
1.1	Mitwirken	3
1.2	Lizenz	3
2	Konfiguration	4
2.1	Konfiguration des Routers, so dass er mittels ping oder telnet von ihrem Rechner erreichbar ist	4
3	Internet-Verbindung unter Einsatz von NAT	9
3.1	Konfigurieren Sie ihren Router unter Einsatz von NAT so, dass von einem angeschlossenen PC aus eine Internetverbindung möglich ist.	9
3.2	Erläutern Sie in der Ausarbeitung die Bedeutung der einzelnen Zeilen der Konfiguration	11
3.3	Dokumentieren Sie die Router-Konfiguration und die Routing-Tabelle des Routers und des PCs	12
3.4	Experimentieren Sie mit nachfolgenden Befehlen nach Aufruf einer beliebigen Website und dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse	15
4	Internet-Verbindung ohne NAT	17
4.1	Konfigurieren Sie Ihren Router ohne NAT so, dass vom Subnetz ihrer Wahl eine Internet-Verbindung möglich ist. Richten Sie dabei jeweils zwei Subnetze ein und stellen Sie zusätzlich sicher, dass beide Subnetze sich gegenseitig erreichen können.	17
4.2	Dokumentieren Sie die Konfiguration und auch die Routing-Tabelle des Routers und des PCs	17
5	Konfiguration Access-Liste (nur wenn die Zeit reicht)	18
5.1	Richten Sie eine Access-Liste ein, sodass TCP und UDP Verbindungen vom Router nur erlaubt werden, sofern Sie von ihrem PC kommen. Versuchen Sie mit einer anderen IP-Adresse ins Internet zu gelangen, so werden TCP/UDP-Verbindungen unterbunden.	18
5.2	Richten Sie eine Access-Liste ein, sodass ICMP Pakete (ping etc.) nur beantwortet werden, wenn sie von einem definierten Laborrechner kommen (141.62.66.x/24, suchen Sie sich einen aus).	18

1 Einführung

1.1 Mitwirken

Diese Materialien basieren auf [Professor Kiefers “Praktikum Rechnernetze”-Vorlesung der HdM Stuttgart](#).

Sie haben einen Fehler gefunden oder haben einen Verbesserungsvorschlag? Bitte eröffnen Sie ein Issue auf GitHub (github.com/pojntfx/uni-netpractice-notes):



Abbildung 1: QR-Code zum Quelltext auf GitHub

Wenn ihnen die Materialien gefallen, würden wir uns über einen GitHub-Stern sehr freuen.

1.2 Lizenz

Dieses Dokument und der enthaltene Quelltext ist freie Kultur bzw. freie Software.



Abbildung 2: Badge der AGPL-3.0-Lizenz

Uni Network Practice Notes (c) 2021 Jakob Waibel, Daniel Hiller, Elia Wüstner, Felix Pojtinger

SPDX-License-Identifier: AGPL-3.0

2 Konfiguration

Anders als in der Anleitung beschrieben, haben wir den Versuch mit Ubuntu durchgeführt. Daher im Folgenden eine kleine Anleitung, wie man sich unter Ubuntu mit dem Router verbinden kann.

Zuerst muss man die Anwendung `screen` installieren.

```
1 sudo apt install screen
```

Bevor man den Router nun einsteckt, kann man mit Hilfe von `dmesg` feststellen, welche Gerätebezeichnung der Router hat.

```
1 sudo dmesg | grep -i tty
```

Steckt man das Gerät nun ein, sollte man eine Meldung sehen, in welchem eine Device-Bezeichnung zu finden ist. In unserem Fall `ttyUSB0`.

Abschließend muss man sich nur noch mit der Cisco-Konsole verbinden. Dies lässt sich mit folgendem Kommando erreichen.

```
1 sudo screen /dev/ttyUSB0
```

Nun sollte eine Verbindung zur Cisco-Konsole bestehen.

2.1 Konfiguration des Routers, so dass er mittels ping oder telnet von ihrem Rechner erreichbar ist

Um den Router auf die Default-Werte zurückzusetzen, verwenden wir `write erase`. Zur Sicherheit Laden wir den Router neu mit `reload` neu.

```
1 Router>enable
2 Router#write erase
```

```
Router>enable
Router#write erase
Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files! Continue? [confirm]
[OK]
Erase of nvram: complete
Router#
Nov  2 12:36:16.723: %SYS-7-NV_BLOCK_INIT: Initialized the geometry of nvram
```

Abbildung 3: Entfernen aller bestehenden Konfigurationsdateien

```
1 Router#reload
```

```
Router#reload
Proceed with reload? [confirm]

Nov  2 12:36:50.995: %SYS-5-RELOAD: Reload requested by console. Reload Reason: Reload Command.
System Bootstrap, Version 15.0(1r)M15, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 2011 by cisco Systems, Inc.

Total memory size = 512 MB - On-board = 512 MB, DIMM0 = 0 MB
CISCO1941/K9 platform with 524288 Kbytes of main memory
Main memory is configured to 64/-1(On-board/DIMM0) bit mode with ECC disabled

Readonly ROMMON initialized
program load complete, entry point: 0x80803000, size: 0x1b340
program load complete, entry point: 0x80803000, size: 0x1b340

IOS Image Load Test

Digitally Signed Release Software
program load complete, entry point: 0x81000000, size: 0x34890b0
Self decompressing the image : #####
#####
##### [OK]
█
```

Abbildung 4: Reload des Routers

Erst wechseln wir mit `enable` in den “Privileged Exec-Mode”, worüber wir anschließend mit `configure terminal` in “Configuration Exec-Mode” gelangen können.

```
1 Router>enable
2 Router#configure terminal
```

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#█
```

Abbildung 5: Wechsel in den Configure Terminal-Mode

Den Hostname vergeben wir wie folgt `hostname cisco-gruppe1`.

```
1 Router(config)#hostname cisco-gruppe1
```

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname cisco-gruppe1
cisco-gruppe1(config)#█
```

Abbildung 6: Vergabe eines Hostnamens

Bevor wir nun eine IP-Adresse vergeben können, müssen wir in den Interface-Konfigurations-Modus

wechseln. Dies können wir im Config-Exec-Mode mit dem Command **interface** GigabitEthernet 0/0 erreichen.

```
cisco-gruppel(config-if)#ip address 141.62.67.2 255.255.255.248
cisco-gruppel(config-if)#no shutdown
```

Abbildung 7: Vergeben einer IP im Interface GigabitEthernet 0/0

Um für **line con 0** kein Passwort zu vergeben, lassen wir den Passwort-Parameter im Kommando weg. Dies sorgt jedoch dafür, dass der Login verwährt wurde, wie im folgenden Screenshot zu sehen ist.

```
1 cisco-gruppel(configure)#line con 0
```

```
cisco-gruppel(config)#line con 0
cisco-gruppel(config-line)#login
% Login disabled on line 0, until 'password' is set
```

Abbildung 8: Login line con 0

Um für **line vty 0 4** das Passwort zu vergeben und uns einzuloggen, können wir folgende Kommandos verwenden.

```
1 cisco-gruppel(config)#line vty 0 4
2 cisco-gruppel(config-line)#password hdm
3 cisco-gruppel(config-line)#login
```

```
cisco-gruppel(config)#line vty 0 4
cisco-gruppel(config-line)#password hdm
cisco-gruppel(config-line)#login
```

Abbildung 9: Passwortvergabe von line vty 0 4

Die Liste, in welcher alle Interfaces mit IP, etc. aufgelistet wird, kann durch **show ip interface brief** erzeugt werden.

```
1 cisco-gruppel#show ip interface brief
```

```
cisco-gruppel#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status              Protocol
Embedded-Service-Engine0/0 unassigned      YES NVRAM   administratively down down
GigabitEthernet0/0       141.62.67.2    YES NVRAM   up                  up
GigabitEthernet0/1       unassigned      YES NVRAM   administratively down down
cisco-gruppel#
```

Abbildung 10: Einsehen aller Interfaces

Um die Konfigurationsdatei einzusehen, können wir `show running-config` verwenden.

```
1 cisco-gruppe1#show running-config
```

```
cisco-gruppe1#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1483 bytes
!
! Last configuration change at 14:29:56 UTC Tue Nov 2 2021
! NVRAM config last updated at 14:28:59 UTC Tue Nov 2 2021
! NVRAM config last updated at 14:28:59 UTC Tue Nov 2 2021
version 15.1
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname cisco-gruppe1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
!
no aaa new-model
!
no ipv6 cef
ip source-route
ip cef
!
```

Abbildung 11: Einsehen der Konfigurationsdateien

Die statisch und dynamischen Routen, können wir mit `show ip route` einsehen.

```
1 cisco-gruppe1#show ip route
```

```
cisco-gruppel#show ip route
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, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      141.62.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       141.62.67.0/29 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       141.62.67.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
cisco-gruppel#
```

Abbildung 12: Einsehen der Routen

Informationen zur Version erhalten wir mit `show version`.

```
1 cisco-gruppel#show version
```

```
cisco-gruppel#show version
Cisco IOS Software, C1900 Software (C1900-UNIVERSALK9-M), Version 15.1(4)M4, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2012 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 20-Mar-12 17:58 by prod_rel_team

ROM: System Bootstrap, Version 15.0(1r)M15, RELEASE SOFTWARE (fc1)

cisco-gruppel uptime is 14 minutes
System returned to ROM by reload at 13:02:23 UTC Tue Nov 2 2021
System restarted at 13:03:54 UTC Tue Nov 2 2021
System image file is "flash0:c1900-universalk9-mz.SPA.151-4.M4.bin"
Last reload type: Normal Reload
Last reload reason: Reload Command
```

This product contains cryptographic features and is subject to United States and local country laws governing import, export, transfer and use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply third-party authority to import, export, distribute or use encryption. Importers, exporters, distributors and users are responsible for compliance with U.S. and local country laws. By using this product you agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable

Abbildung 13: Einsehen der Versionsinformationen

Nun kann unser Router über `ping` erreicht werden.

3 Internet-Verbindung unter Einsatz von NAT

3.1 Konfigurieren Sie ihren Router unter Einsatz von NAT so, dass von einem angeschlossenen PC aus eine Internetverbindung möglich ist.

Konfiguration **interface** GigabitEthernet 0/1

Interface GigabitEthernet 0/1 ist in unserer Konfiguration das LAN-Interface

```
cisco-gruppe1(config)#interface GigabitEthernet 0/1
cisco-gruppe1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
cisco-gruppe1(config-if)#ip nat inside
```

Nov 2 13:39:50.107: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface NVI0, changed state to up

Abbildung 14: Konfiguration interface GigabitEthernet 0/1

Konfiguration **interface** GigabitEthernet 0/0

Interface GigabitEthernet 0/0 ist in unserer Konfiguration das WAN-Interface

Anfangs haben wir die falsche IP 141.62.67.2 gesetzt. Diese haben wir im Nachhinein korrigiert.

```
cisco-gruppe1(config)#interface GigabitEthernet 0/0
cisco-gruppe1(config-if)#ip address 141.62.67.2 255.255.255.248
cisco-gruppe1(config-if)#ip nat outside
cisco-gruppe1(config-if)#ip nat pool HDM 141.62.67.2 141.62.67.2 prefix-length 29
cisco-gruppe1(config)#ip nat inside source list 8 pool HDM overload
cisco-gruppe1(config)#access-list 8 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
```

Abbildung 15: Erste, Fehlerbehaftete Konfiguration

Mit `clear ip nat translation *` können die falschen Konfigurationen rückgängig gemacht werden.

```
cisco-gruppe1#clear ip nat translation *
cisco-gruppe1#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
cisco-gruppe1(config)#no ip nat pool HDM 141.62.66.161 141.62.66.161 prefix-length 29
cisco-gruppe1(config)#ip nat pool HDM 141.62.66.161 141.62.66.161 prefix-length 29
```

Abbildung 16: Konfiguration interface GigabitEthernet 0/0

Nun muss noch sichergestellt werden, dass wirklich alle interfaces den Status `up` besitzen. Andernfalls können diese mit `no shutdown` in der jeweiligen Interface-Konfiguration aktiviert werden.

```
cisco-gruppe1#show ip interface
Interface                               IP-Ad
Embedded-Service-Engine0/0            unass
GigabitEthernet0/0                    141.6
GigabitEthernet0/1                    192.1
NVI0                                    141.6
```

Interfaces mit `show ip interface` briefanzeigen und deren Status abfragen.

Danach kann am Router im `config` mode mit `ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 141.62.66.250` die Route zum Router festgelegt werden und die Verbindung zum Internet sollte hergestellt sein.

Bevor der Lokale Computer über unseren Router eine Internetverbindung aufbauen kann, muss auch dieser konfiguriert werden.

Zuerst entfernen wir die alte IP von unserem Netzwerkinterface `enp0s31f6`.

```
praktikum@rn05:~$ sudo ip addr flush enp0s31f6
praktikum@rn05:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s31f6: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Abbildung 17: IP entfernen

Danach fügen wir unsere neu bestimmte IP-Adresse zum Netzwerk-Interface hinzu.

```
praktikum@rn05:~$ sudo ip route add default via 192.168.1.1
praktikum@rn05:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s31f6: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.5/24 scope global enp0s31f6
        valid_lft forever preferred_lft forever
praktikum@rn05:~$ ip route show
default via 192.168.1.1 dev enp0s31f6 linkdown
192.168.1.0/24 dev enp0s31f6 proto kernel scope link src 192.168.1.5 linkdown
```

Abbildung 18: Hinzufügen der neuen IP

Testen der Internetverbindung unseres Lokalen Computers mit einem ping zu 8.8.8.8 (Googles Public DNS-Server). Dafür kann der Command `ping 8.8.8.8` verwendet werden.

```
praktikum@rn05:~$ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=113 time=46.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=113 time=26.9 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=113 time=14.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=113 time=4.75 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=113 time=4.86 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=113 time=4.68 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=113 time=4.90 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=113 time=4.75 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=113 time=4.82 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=10 ttl=113 time=4.87 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=11 ttl=113 time=4.68 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=12 ttl=113 time=4.82 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=13 ttl=113 time=5.32 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
13 packets transmitted, 13 received, 0% packet loss, time 12019ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.675/10.436/46.105/11.995 ms
praktikum@rn05:~$
```

Abbildung 19: Ping an den Google-DNS-Server

3.2 Erläutern Sie in der Ausarbeitung die Bedeutung der einzelnen Zeilen der Konfiguration

```
1 interface GigabitEthernet 0/1
2 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
3 ip nat inside
4
5 interface GigabitEthernet 0/0
6 ip address 141.6266.161 255.255.255.0
7 ip nat outside
8 ip nat pool HDM 141.62.66.161 151.62.66.161 prefix-length 24
9 ip nat inside source list 8 HDM overload
10 access-list 8 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
```

interface GigabitEthernet 0/1

In den Interface-Konfigurations-Modus des Interfaces `GigabitEthernet 0/1` wechseln, um dieses zu konfigurieren. Dieses Interface ist in unserem Versuch das LAN-Interface.

ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

Dem Router, in dem momentan konfigurierbaren Interface `GigabitEthernet 0/1` die IP `192.168.1.1` mit der Subnetzmaske `255.255.255.0` zuweisen.

ip nat inside

Verbindet das interface `GigabitEthernet 0/1` mit dem inneren Netzwerk, welches von NAT betroffen ist.

interface GigabitEthernet 0/0

Wechselt in den Interface-Konfigurations-Modus des Interfaces `GigabitEthernet 0/0`, um dieses zu konfigurieren. Dieses Interface ist in unserem Versuch das WAN-Interface.

ip address 141.62.66.161 255.255.255.0

Mit diesem Command wird dem Router, in dem momentan konfigurierbaren Interface `GigabitEthernet 0/0`, die IP-Adresse `141.62.66.161` mit der Subnetzmaske `255.255.255.0` zugewiesen.

ip nat outside

Verbindet das Interface `GigabitEthernet 0/0` mit dem außenstehenden Netzwerk.

ip nat pool HDM 141.62.66.161 141.62.66.161 prefix-length 24

Definiert einen NAT-Pool mit der Adress-Range von `141.62.66.161` bis `141.62.66.161`, also genau diese Adresse. Zusätzlich ist noch der Netzwerk-Präfix angegeben, der in unserem Beispiel 24 Bit lang ist.

ip nat inside source list 8 HDM overload

Verändert die Source-IP der Pakete, die von innen nach aussen geleitet werden. Übersetzt die Destination-IP der Pakete, die von außen nach innen geleitet werden.

access-list 8 permit 192.168.1.0 0.0.0.255

Konfiguriert die Access-Control-List, insoweit, dass Pakete der IP `192.168.1.0` weitergeleitet werden dürfen.

3.3 Dokumentieren Sie die Router-Konfiguration und die Routing-Tabelle des Routers und des PCs

Die Konfiguration lässt sich mit `show running-config` anzeigen.

```
1 cisco-gruppe1#show running-config
2 Building configuration...
3
4 Current configuration : 1483 bytes
5 !
6 ! Last configuration change atstname cisco-gruppe1
7 !
8 boot-start-marker
9 boot-end-marker
10 !
11 !
12 !
13 no aaa new-model
14 !
15 no ipv6 cef
```

```
16 ip source-route
17 ip cef
18 !
19 !
20 !

    ! ! r
21 multilink bundle-name authenticated
22 !
23 --More-- default removal timeout 0
24 !
25 !
26 license udi pid CISC01941/K9 sn FTX1636824P
27 --More--
28 !
29 !
30 !
31 !
32 !

    shutdown
33 !
34 interface GigabitEthernet61 255.255.255.0
35 ip nat outside
36 ip virtual-reassembly in
37 duplex auto
38 speed auto
39 !

    speed auto
40 !
41 ip forward-protocol nd
42 !
43 no ip http server
44 no ip http secure-server
45 !
46 ip nat pool HDM 141.62.66.161 141.62.66.161 prefix-length 24
47 --More--mit 192.168.1.0 0.0.0.255
48 !
49 !
50 !
51 control-plane

    !
52 line con 0

    line 2 --
53 no activation-character
54 no exec
55 transport preferred none
56 transport input all
```

```

57  transport output pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
58  stopbits 1
59  line vty 0 4
60  password hdm
61  login
62  transport input all
63  !
64  scheduler allocate 20000 1000
65  end

```

Die Routing-Tabelle des Routers kann mit `show ip route` angezeigt werden.

```

cisco-gruppel#show ip route
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, l - LISP
       +- replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is 141.62.66.250 to network 0.0.0.0

S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 141.62.66.250
      141.62.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      141.62.66.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L      141.62.66.161/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
      192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L      192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
cisco-gruppel#

```

Abbildung 20: Routing-Tabelle des Routers

Die Routing Tabelle des Lokalen Computers kann mit `ip route show` angezeigt werden. Zusätzlich nutzen wir `ip a`, um die Netzwerk-Interfaces und deren jeweilige IP-Adressen zu betrachten.

```

praktikum@rn05:~$ ip route show
default via 192.168.1.1 dev enp0s31f6
192.168.1.0/24 dev enp0s31f6 proto kernel scope link src 192.168.1.5
praktikum@rn05:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
   link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
   inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
   link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
   inet 192.168.1.5/24 scope global enp0s31f6
       valid_lft forever preferred_lft forever
praktikum@rn05:~$

```

Abbildung 21: Routing-Tabelle des Lokalen Computers

3.4 Experimentieren Sie mit nachfolgenden Befehlen nach Aufruf einer beliebigen Website und dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse

Als Erstes wurde unser Router von unserem Lokalen Computer angepingt.

```
praktikum@rn05:~$ ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.412 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=2 ttl=255 time=0.579 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=3 ttl=255 time=0.509 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=4 ttl=255 time=0.365 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=5 ttl=255 time=0.436 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=6 ttl=255 time=0.415 ms
■
```

Abbildung 22: Ping an unseren Router

Danach wurde der Router im Rechnernetze-Labor von unserem Router angepingt.

```
cisco-gruppe1#ping 141.62.66.250
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 141.62.66.250, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms
```

Abbildung 23: Ping an Router im Rechnernetze-Labor

Danach haben wir den Google DNS-Server angepingt.

```
praktikum@rn05:~$ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=113 time=46.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=113 time=26.9 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=113 time=14.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=113 time=4.75 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=113 time=4.86 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=113 time=4.68 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=113 time=4.90 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=113 time=4.75 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=113 time=4.82 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=10 ttl=113 time=4.87 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=11 ttl=113 time=4.68 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=12 ttl=113 time=4.82 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=13 ttl=113 time=5.32 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
13 packets transmitted, 13 received, 0% packet loss, time 12019ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.675/10.436/46.105/11.995 ms
praktikum@rn05:~$ ■
```

Abbildung 24: Ping an den Google DNS-Server

Von den folgenden Kommandos haben wir vergessen Screenshots zu machen, daher finden sich im Folgenden Bilder aus dem Internet, die die Funktionalität der Kommandos illustrieren sollen. Die Konfiguration unterscheidet sich offensichtlich.

```
show ip nat statistics
```

```
testrouter#show ip nat statistics
Total active translations: 1 (0 static, 1 dynamic; 1 extended)
Peak translations: 298, occurred 00:15:07 ago
Outside interfaces:
  GigabitEthernet0/1
Inside interfaces:
  GigabitEthernet0/0
Hits: 20807 Misses: 0
CEF Translated packets: 19285, CEF Punted packets: 1380
Expired translations: 1096
Dynamic mappings:
-- Inside Source
[Id: 1] access-list 100 interface GigabitEthernet0/1 refcount 1

Total doors: 0
Appl doors: 0
Normal doors: 0
Queued Packets: 0
testrouter#
```

Abbildung 25: <http://blog.soundtraining.net/2013/02/nat-configuration-on-cisco-router-port.html>

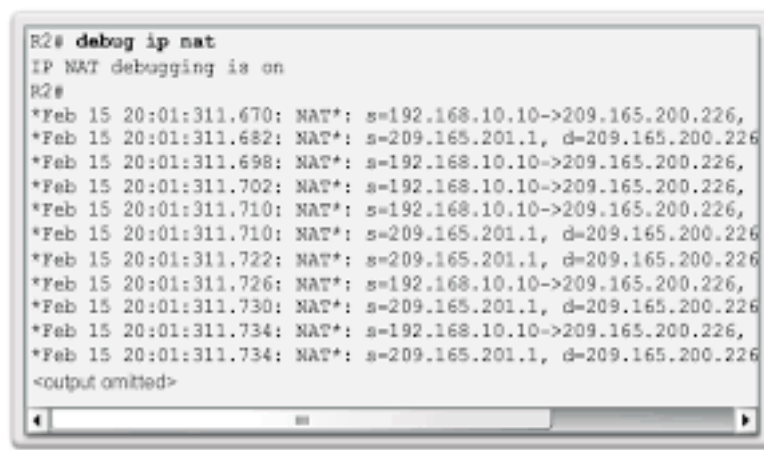
```
show ip nat translation
```

```
R1#show ip nat translation
Pro  Inside global      Inside local      Outside local     Outside global
icmp 50.0.0.1:1        10.0.0.20:1       200.0.0.10:1      200.0.0.10:1
icmp 50.0.0.1:2        10.0.0.20:2       200.0.0.10:2      200.0.0.10:2
icmp 50.0.0.1:3        10.0.0.20:3       200.0.0.10:3      200.0.0.10:3
icmp 50.0.0.1:4        10.0.0.20:4       200.0.0.10:4      200.0.0.10:4
tcp  50.0.0.1:1024     10.0.0.10:1025    200.0.0.10:80     200.0.0.10:80
tcp  50.0.0.1:1025     10.0.0.20:1025    200.0.0.10:80     200.0.0.10:80

R1#
```

Abbildung 26: <https://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/configure-pat-in-cisco-router-with-examples.html>

```
debug ip nat
```

```
R2# debug ip nat
IP NAT debugging is on
R2#
*Feb 15 20:01:31.670: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226,
*Feb 15 20:01:31.682: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226
*Feb 15 20:01:31.698: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226,
*Feb 15 20:01:31.702: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226,
*Feb 15 20:01:31.710: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226,
*Feb 15 20:01:31.710: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226
*Feb 15 20:01:31.722: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226
*Feb 15 20:01:31.726: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226,
*Feb 15 20:01:31.730: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226
*Feb 15 20:01:31.734: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226,
*Feb 15 20:01:31.734: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226
<output omitted>
```

Abbildung 27:

https://www.google.com/search?q=debug+ip+nat&rlz=1C5CHFA_enDE964DE964&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=84D0AhWE2KQKHWMBfIQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1622&bih=857&dpr=2#imgsrc=40zndQOWKiYsiM&imgdii=t1e4jXoag

4 Internet-Verbindung ohne NAT

4.1 Konfigurieren Sie Ihren Router ohne NAT so, dass vom Subnetz ihrer Wahl eine Internet-Verbindung moeglich ist. Richten Sie dabei jeweils zwei Subnetze ein und stellen Sie zusaetzlich sicher, dass beide Subnetze sich gegenseitig erreichen koennen.

TODO

4.2 Dokumentieren Sie die Konfiguration und auch die Routing-Tabelle des Routers und des PCs

TODO

5 Konfiguration Access-Liste (nur wenn die Zeit reicht)

5.1 Richten Sie eine Access-Liste ein, sodass TCP und UDP Verbindungen vom Router nur erlaubt werden, sofern Sie von ihrem PC kommen. Versuchen Sie mit einer anderen IP-Adresse ins Internet zu gelangen, so werden TCP/UDP-Verbindungen unterbunden.

TODO

5.2 Richten Sie eine Access-Liste ein, sodass ICMP Pakete (ping etc.) nur beantwortet werden, wenn sie von einem definierten Laborrechner kommen (141.62.66.x/24, suchen Sie sich einen aus).

TODO