

Unterricht im Netzwerklabor mit Routerboards von Mikrotik

Handreichung zur Präsentation

Michael Dienert

21. Mai 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Wer ist die Firma MikroTik und was sind Routerboards	1
1.1	MikroTik	1
1.2	In der Fortbildung verwendete Geräte	1
1.3	Aufbau des RouterOS	1
1.4	Rücksetzen eines RouterBOARDS	2
1.5	Aktualisieren eines RouterBOARDS	3
1.6	Kontaktaufnahme mit dem RouterBOARD	3
1.7	Alternative Adressvergabe am Konfigurationsrechner	4
2	Routing	5
2.1	Statisches Routing	5
2.2	Dynamisches Routing mit OSPF	6
2.3	OSPF: Lösung	7
2.4	OSPF mit Default-GW, WLAN und Bridge	7
2.4.1	Hinweise zum Standardgateway	8
3	Paketfilterung auf den RouterBOARDS	9
3.1	Kurzer Ausflug in die IP-Tables unter Linux	9
3.1.1	Die Tabellen FILTER, NAT und MANGLE	9
3.1.2	Sprungziele	9
3.1.3	Vordefinierte Filterketten	10
3.2	Zusammenfassung	10
3.3	Weg eines Pakets durch die Tables	10
3.4	MikroTik-Firewall = IP-Tables	11
3.5	Ein Firewall-Beispiel	11

1 Wer ist die Firma MikroTik und was sind Routerboards

1.1 MikroTik

- *MikroTik* wurde 1996 in Riga, Lettland gegründet.
- 140 Mitarbeiter in Riga
- 1997: Vorstellung der Softwarelösung *RouterOS* auf Standard-PC-Hardware
- *RouterBOARD*-Markenname seit 2002: Beginn der eigenen Hardware-Fertigung.
- RouterBOARDS waren ursprünglich das, was der Name sagt: gehäuselose Platinen mit der Routerhardware. Inzwischen werden diese selbstverständlich auch mit Gehäuse vertrieben.
- Viele RouterBOARDS haben WLAN integriert
- Weitere Produkte: professionelle, drahtlose Übertragungsstrecken, Switches, RouterOS als Softwarelösung

1.2 In der Fortbildung verwendete Geräte



Abb. 1: RB951G WLAN-Router

- 802.11b/g/n
- interner Switch mit 5 1000BaseT-Ports
- ca. EUR 80.-



Abb. 2: RB750Gr3

- kein WiFi, interner 5-Port-Switch.
- IPsec Hardware-Verschlüsselung.
- ca. EUR 60.-



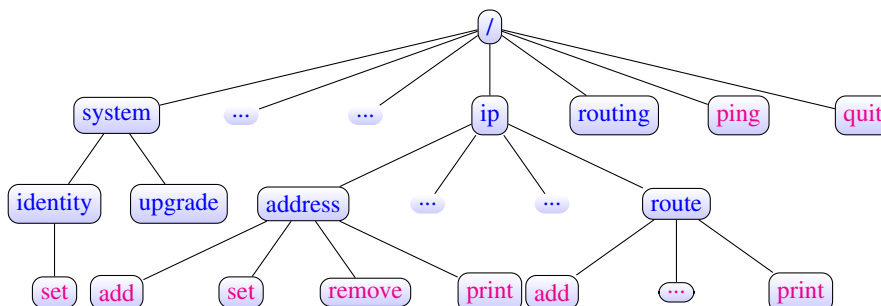
Abb. 3: RouterBOARD 260GS

- 5-Port-Gigabit-Switch.
- SFP-Port!
- ca. EUR 40.-
- leider nur Web-Interface

1.3 Aufbau des RouterOS

- Das dem RouterOS zugrunde liegende System ist *Linux*.
- Die Benutzerschnittstelle ähnelt entfernt dem IOS von Cisco.
- Es gibt keine Shell.
- Die **tab**-Taste oder die **?**-Taste helfen immer weiter.

- Die Administrations-Kommandos sind *hierarchisch* angeordnet.
- Es ergibt sich eine *Baumstruktur*.



- Die Knoten des Baums stellen den **Kontext** dar, in dem man sich gerade befindet. Abhängig vom Kontext stehen weitere Kommandos bzw. Kontexte zur Verfügung.
- Die Kommandos im Baum müssen über ihren Pfad aufgerufen werden. Der Pfad kann absolut oder relativ angegeben werden. Dabei wird der übergeordnete Kontext durch **..** dargestellt.
- Die Wurzel des Baums wird durch das Zeichen **/** repräsentiert.
- Die einzelnen Pfadelemente werden durch **Leerzeichen** getrennt!
- Unabhängig vom gerade gewählten Kontext, können die Kommandos mit einem absoluten Pfad aufgerufen werden:

```
[admin@R1] /routing> / system identity set name=zzz
```

- Relative Angaben sind auch möglich. Vorwärts im Baum:

```
[admin@zzz] /ip> address print
```

- Rückwärts funktioniert selbstverständlich auch:

```
[admin@R1] > / routing ospf
[admin@R1] /routing ospf> .. .. system identity print
```

1.4 Rücksetzen eines RouterBOARDS

- MikroTik beschreibt mehrere Prozeduren für das Zurücksetzen.
- Bewährte Prozedur:
 - RouterBOARD von Spannungsversorgung trennen.

- RB hochkant stellen und mit Kugelschreiber Reset-Taste rechts neben der Versorgungsbuchse drücken und halten.
- DC-Stecker einstecken, Reset gedrückt halten.
- Sobald LED rechts neben der PWR-LED zu blinken beginnt, eine bis zwei Blink-Perioden abwarten, dann Reset-Taster loslassen.
- Zeitpunkt des Reset-Taster-Lösens: wartet man zu lange, startet das RouterBOARD den CAPS- (Controlled Access Point system Manager) oder Netinstall-Modus

1.5 Aktualisieren eines RouterBOARDS

- Voraussetzung: Verbindung vom RouterBOARD ins Internet.
- Beispiel für Aktualisierung im Schulnetz der WaRa:
 - Router an eth1 oder eth2 des PC anschliessen
 - eth1 mit statischer Adresse 192.168.88.2/24 starten
 - PC mit folgendem Skript zum nat-router machen:

```
#Routing einschalten
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
#Nat loeschen
iptables -t nat -F
#Nat neu konfigurieren
iptables -A FORWARD -o eth0 -i eth1 -s 192.168.88.0/24 -m conntrack \
--ctstate NEW -j ACCEPT
iptables -A FORWARD -m conntrack --ctstate ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth0 -j MASQUERADE
#Nat Tabelle auflisten
iptables -t nat -n -L
```

- Anschliessend auf dem RouterBOARD das Folgende ausführen:

```
#dns-server auf router setzen (adresse ggfs. anpassen):
/ip dns set servers=129.143.2.1
#default-gw auf router setzen:
/ip route add dst-address=0.0.0.0/0 gateway=192.168.88.2
/system package update> check-for-updates
/system package update download
/system reboot
/system package print
```

1.6 Kontaktaufnahme mit dem RouterBOARD

- Im Auslieferungszustand haben die RouterBOARDS die feste IP-Adresse 192.168.88.1
- Auf den RouterBOARDS läuft ein DHCP-Server, der Adressen aus dem Pool 192.168.88.0/24 vergibt.
- Die RouterBOARD-Schnittstelle **ether2** wird mit **eth1** oder **eth2** der Schulrechner verbunden.

- root-Rechte erlangen: Terminal-Programm starten, Kommando `su` eingeben, Passwort ist `toor`.
- Editieren Sie die Datei (mit root-Rechten) `/etc/network/interfaces`, so dass **eth1** oder **eth2** eine feste Adresse bekommen:

```

...
auto eth1
iface eth1 inet static
    address 192.168.88.2
    netmask 255.255.255.0

```

- PC-Interface neu starten (mit root-Rechten):

```

ifdown eth1
ifup eth1

```

- Je nach Version des RouterOS können Sie sich nun mit `telnet` oder bevorzugt `ssh` auf dem Routerboard anmelden. An einem nicht Unix-basierten Rechner, können sie problemlos mit dem Programm `putty` arbeiten.

- `ssh admin@192.168.88.1`

- Auf dem RouterBOARD stoppen wir den DHCP-Server, damit die Schul-PCs nicht falsche Gateways und Nameserver eintragen:

```

# auflisten der dhcp-pools
[admin@zzz] > /ip dhcp-server print

# gewünschten pool stoppen
[admin@zzz] > /ip dhcp-server disable 0

```

1.7 Alternative Adressvergabe am Konfigurationsrechner

- Selbstverständlich kann man die PC-Schnittstelle auch als DHCP-Client konfigurieren, so dass sie vom Routerboard eine Adresse bekommt. Nachteil: das Routerboard setzt dann auch Standard-Gateway und Nameserver, so dass man evtl. keinen Zugang mehr zum Schulnetz/Internet hat.
- Wenn auf dem PC der Network-Manager läuft, lässt sich die PC-IP-Adresse mit den zugehörigen grafischen Werkzeugen einstellen.
- Falls Sie ein RouterBoard mit WLAN haben (RB951G), kann man sich, z.B. von einem Notebook aus auch darüber anmelden.

2 Routing

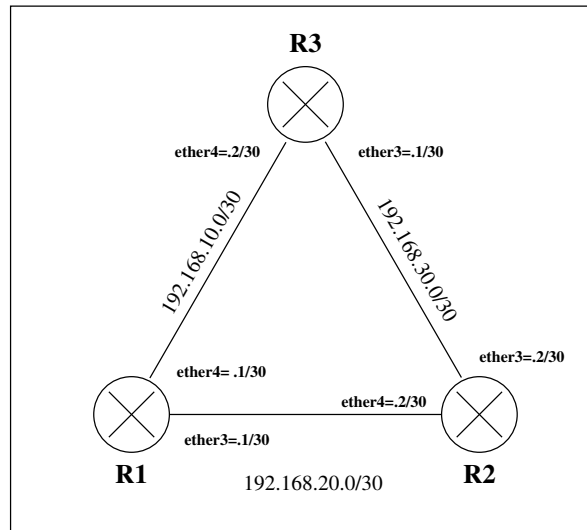


Abb. 4: Statisches Routing mit drei Routern

2.1 Statisches Routing

- Es soll ein Dreieck mit Routern aufgebaut und so konfiguriert werden, dass jeder Router die beiden Adressen im dritten, nicht direkt verbundenen Netzwerk erreichen kann.
- Folgende Schritte sind notwendig:
 - Router zurücksetzen, alles verkabeln.
 - Mit Router verbinden, Hostname vergeben. Kontext: `/system identity`
 - Auf jedem Router den Master-Port von ether3, ether4 und ether5 entfernen. Kontext: `/interface ethernet`
 - Adressen an ether3 und ether4 vergeben. Kontext: `/ip address`
 - Statische Routen setzen. Kontext: `/ip route`
 - Testen mit `/ping`

```
/system identity set name=R2
/interface ethernet set ether3,ether4,ether5 \
  master-port=none
/ip address
  add address=192.168.30.2/30 \
  interface=ether3 network=192.168.30.0
  add address=192.168.20.2/30 \
```

```

interface=ether4 network=192.168.20.0
/ip route add dst-address=192.168.10.0/30 \
gateway=192.168.20.1/30
/ip route add dst-address=192.168.10.0/30 \
gateway=192.168.30.1/30

```

2.2 Dynamisches Routing mit OSPF

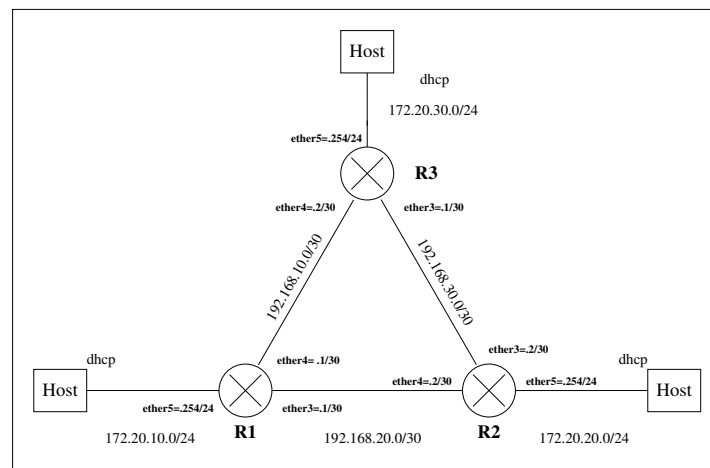


Abb. 5: Dynamisches Routing mit OSPF

- Das bereits aufgebaute Labornetz mit drei Routern soll auf dynamisches Routing mit OSPF umgestellt werden.
- Die Router sollen so konfiguriert werden, dass an ether5 Testrechner angeschlossen werden können, die ihre Adresse per DHCP beziehen.
 - IP-Adressen von ether5 fest vergeben.
 - IP-Adress-Pool erzeugen, Bereich .1050: `/ip pool`
 - DHCP-Server konfigurieren: `/ip dhcp-server`
 - DHCP-Netzwerk konfigurieren. Netzadresse, Gateway und DNS-Server vergeben: `/ip dhcp-server network`
 - Auf PC: `/etc/network/interfaces` anpassen: eth1 auf dhcp
 - Auf PC: `ifdown eth1` dann `ifup eth1` oder `dhclient eth1`
- Die Konfiguration von OSPF beschränkt sich auf die Angabe der mit dem Router verbundenen Netze.
- Eine OSPF-Area ist vorkonfiguriert (backbone) und kann als Area auf allen Routern verwendet werden.

- Statische Routen löschen:

```
/ip route print
/ip route delete numbers=<zeilenNr>
```

- Netzwerke für OSPF bekannt machen: `/routing ospf network`

- Zusatzaufgaben für CCNAs:

- eigene Area *fobi* erzeugen `/routing ospf area` .
- loopback-Interface mit Namen *loopback* erzeugen `/interface bridge` .
- ip-Adresse auf loopback konfigurieren.
- Router-ID setzen `/routing ospf instance` .

2.3 OSPF: Lösung

```
/ip address add address=172.20.20.254/24 interface=ether5
/ip pool
  add name=fobi-dhcp ranges=172.20.20.10-172.20.20.50
/ip dhcp-server
  add address-pool=fobi-dhcp disabled=no interface=ether5 \
  lease-time=30m name=testnetzEther5
/ip dhcp-server network
  add address=172.20.20.0/24 comment="netzwerk an ether5" \
  dns-server=10.16.1.1 gateway=172.20.20.254
#loeschen der statischen routen
/routing ospf network
  add area=backbone network=192.168.30.0/30
  add area=backbone network=192.168.20.0/30
  add area=backbone network=172.20.20.0/24
```

2.4 OSPF mit Default-GW, WLAN und Bridge

- Das OSPF-Netzwerk soll um WLAN-Zugang an Router3 und Internetverbindung an Router R1 oder R2 erweitert werden.
- Schnelleinrichtung des WLANs unter Verwendung des vorgefertigten Sicherheitsprofils *default*: Sicherheitsprofil default anpassen (wpa2-psk, AES):

```
/interface wireless security-profiles
  set 0 authentication-types=wpa2-psk mode=dynamic-keys \
  wpa2-pre-shared-key=arbeitszimmer
```

WLAN konfigurieren (SSID):

```
/interface wireless
  set 0 security-profile=default disabled=no \
  ssid=arbeitszimmer
```

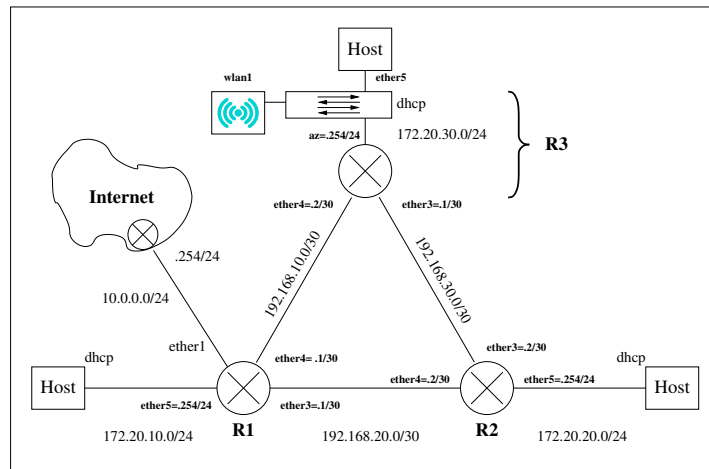



Abb. 6: Routernetzwerk mit WLAN und Internetzugang

- Die Schnittstellen *ether5* und *wlan1* sollen an einem logischen Switch (*bridge*, *name=az*) zusammengefasst werden. `/interface bridge` und `/interface bridge port`
- Der DHCP-Server soll so konfiguriert werden, dass er auf dhcp-Anfragen an der Bridge-Schnittstelle *az* antwortet.
- Damit OSPF Netze an der Bridge-Schnittstelle auch an andere Router verteilt:

```
/routing ospf instance
  set 0 redistribute-connected=as-type-1
```

- Source-NAT über ether1 Richtung Internet ist bereits vorkonfiguriert:

```
/ip firewall nat
  add action=masquerade chain=srcnat \
  ipsec-policy=out,none out-interface-list=WAN
```

- Das Default-Gateway auf R1 (in Raum R023: 10.0.0.254) muss statisch gesetzt werden.
- Mit folgender Router-Konfig auf R1, wird das Default-GW mit OSPF an R2 und R3 verteilt:

```
/ip routing ospf instance
  set 0 distribute-default=always-as-type-1
```

2.4.1 Hinweise zum Standardgateway

- Falls an den RouterBoard-Schnittstellen ether5 Rechner aus dem Schulnetz der WaRa angeschlossen werden, haben diese bereits ein Standardgateway, das sie vom Schulserver über eth0 beziehen.

- Mit folgenden Kommandos auf einer Root-Konsole auf dem Schulrechner, kann man sich vom Zwangs-Routing durch den Schulserver befreien. Das Beispiel setzt voraus, dass Sie mit Schnittstelle eth1 mit dem RB verbunden sind:

```

ifdown eth1
ifup eth1
ip a #Adr. verifizieren
ip route del 0.0.0.0/0 dev eth0
ifdown eth1
ifup eth1
ip route show #GW verifizieren
cat /etc/resolv.conf #DNS verifizieren

```

3 Paketfilterung auf den RouterBOARDS

3.1 Kurzer Ausflug in die IP-Tables unter Linux

- Die Firewall besteht aus **Tabellen**.
- Eine Tabelle enthält mehrere Filter-**Ketten**.
- Eine Kette besteht aus **Regeln**, die Regeln sind also die Kettenglieder. Die Regeln einer Kette werden nacheinander durchlaufen. Trifft eine Regel zu, wird die Kette verlassen.
- Eine Regel endet mit der Angabe eines Sprung-**Ziels**. Das Ziel bestimmt, was mit dem Paket gemacht wird: DROP, ACCEPT, DNAT, ... oder ob man zu einer anderen Kette springt.

3.1.1 Die Tabellen FILTER, NAT und MANGLE

filter ist die Standardtabelle. Ist keine Tabelle angegeben (Option `-t`), wird *filter* verwendet.

nat Die Tabelle für NAT wird mit `-t nat` aufgerufen.

mangle Die Tabelle `mangle` wird hier nicht weiter besprochen.

3.1.2 Sprungziele

Sprungziele (targets) bestimmen, wie mit dem Paket verfahren wird. Die Ziele werden mit `-j` oder `-jump` aufgerufen. Es gibt (vordefiniert, Liste nicht vollst.) :

- DROP
- ACCEPT
- MASQUERADE: gibt es nur in der nat-Tabelle, entspricht Source-NAT
- DNAT (Destination-NAT): für Port-Forwarding; gibt es nur in der nat-Tabelle

3.1.3 Vordefinierte Filterketten

Es gibt 5 vordefinierte *Ketten* (in Blocksatz):

PREROUTING erste Kette, da muss der gesamte Verkehr durch (gut für z.B. *port forwarding = Destination NAT*)

INPUT Kette für Pakete, die *für* den Router selbst bestimmt sind

FORWARD Kette für Pakete, die geroutet werden

OUTPUT Kette für Pakete, die *vom* Router selbst stammen

POSTROUTING letzte Kette, da muss der gesamte Verkehr durch (für *Source NAT*)

3.2 Zusammenfassung

filter	
	FORWARD
	INPUT
	OUTPUT

Tabelle 1: filter

nat	
	PREROUTING
	OUTPUT
	POSTROUTING

Tabelle 2: nat

mangle	
	PREROUTING
	POSTROUTING
	OUTPUT
	INPUT
	FORWARD

Tabelle 3: mangle

3.3 Weg eines Pakets durch die Tables

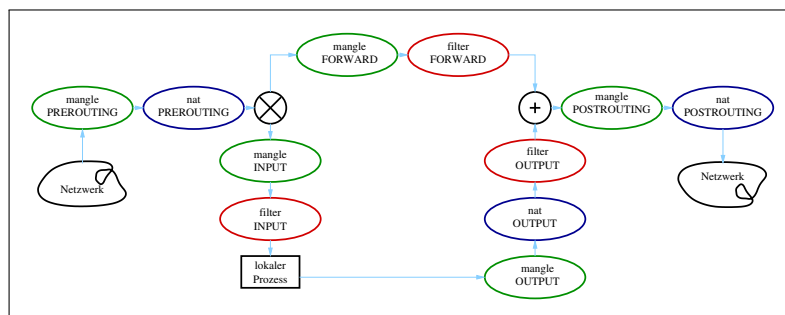


Abb. 7: Weg der Pakete durch iptables

3.4 MikroTik-Firewall = IP-Tables

- Das OS der MikroTik-Router ist Linux
- D.h. die MikroTik-Firewall ist nichts Anderes als das Linux-Paketfilter *IPTables*
- Syntax ist abweichend. Z.B -j MASQUERADE (Jump) wird ersetzt durch `action=masquerade`
- es gibt die Kontexte:

- `/ip firewall filter`

- `/ip firewall nat`

- sowie Kontexte für die Tabellen `mangle` und `raw` und für ein L7-Filter

- `/ip firewall calea`: Communications Assistance for Law Enforcement Act ⇒ requires the routers in USA to have ability to intercept and log network traffic

3.5 Ein Firewall-Beispiel

```
/interface list
  name=WAN
/interface list member
  add interface=ether1 list=WAN
/ip firewall nat
  add action=masquerade chain=srcnat comment='defconf: masquerade' \
    ipsec-policy=out,none out-interface-list=WAN
```