



## Realschule:

### **Modul A4: Informationsbeschaffung, -bewertung und – austausch**

Das Kommunikationsmodell kennen lernen und auf  
Internetdienste anwenden

### **Modul F1: Aufbau und Funktionsweise von Datennetzen**

## Gymnasium:

**Jgst. 7:** Sie können die Vorgänge beim Austausch von E-Mail  
unter Verwendung der Grundbegriffe der objektorien-  
tierten Beschreibung von Informatiksystemen erklären.

**Inf 12.2: Kommunikation und Synchronisation von  
Prozessen**



# Filius – Simulation von Netzwerken

Filius = **F**reie **I**nteraktive **L**ernsoftware zu  
**I**nternetworking der **U**niversität **S**iegen

Aktuelle Version: 1.6.1 vom 29.05.2015

<http://www.lernsoftware-filius.de>



# Filius – Simulation von Netzwerken

Download von Filius und Material für Workshop:

<https://ddi.ifi.lmu.de/tdi/2015/upload/workshop-filius>

Entpacken



## Start in Linux:

Zunächst Attributwert „ausführbar“ setzen, dann starten

Dazu in Konsole

```
cd /home/u/tdi...../Downloads
```

(statt tdi..... eigenen Account z. B. tdi096)

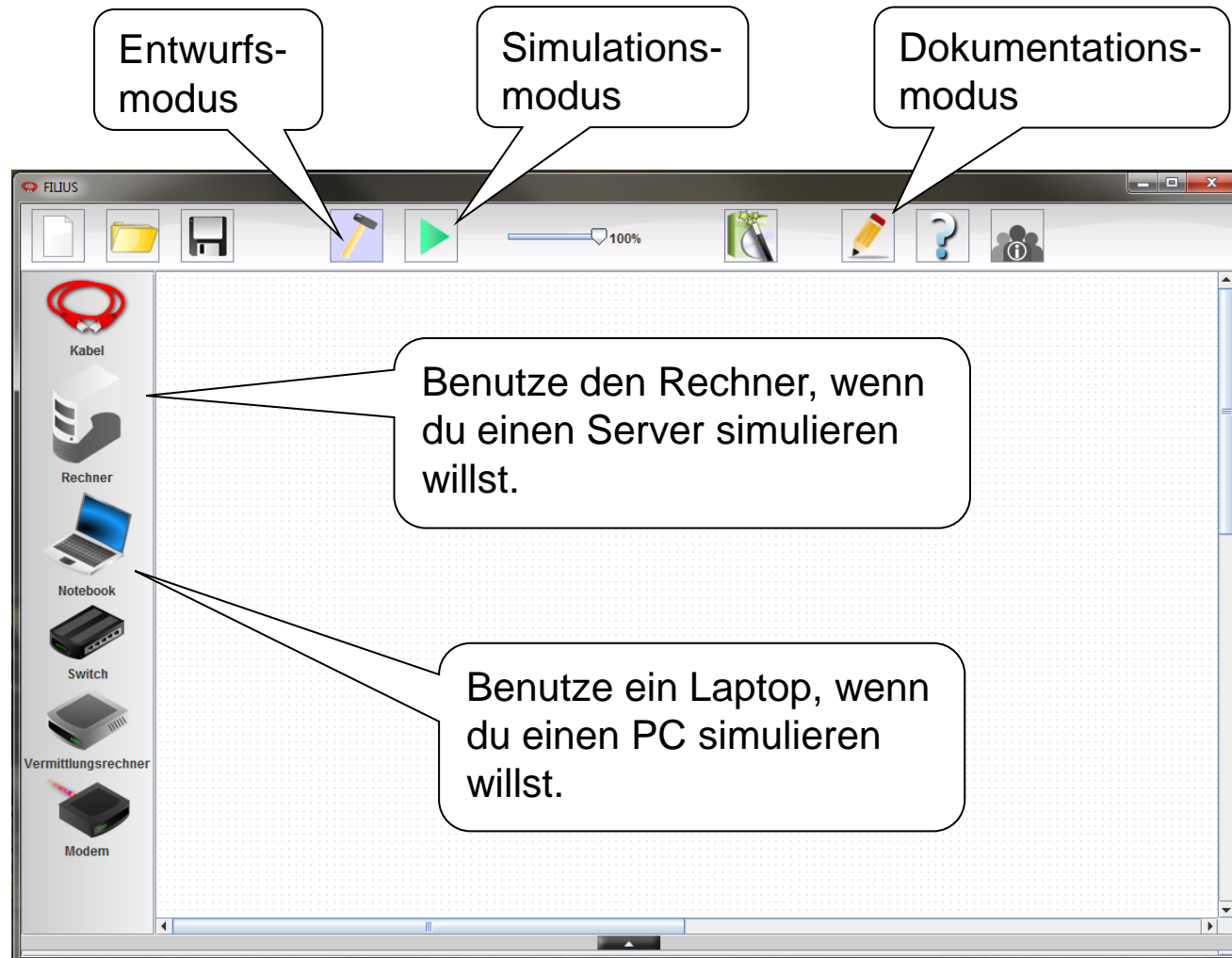
```
chmod +x filius.jar
```

```
java -jar filius.jar
```



# Filius – Simulation von Netzwerken

## Erste Schritte





## Netzwerkconfiguration und Kontrolle

Voraussetzung: theoretische Behandlung von MAC-Adresse, IP-Adresse, Subnetzmaske →

Neben einem Namen kann auch die IP-Adresse und die Subnetzmaske für jeden Rechner eingegeben werden.

Name	Neues Notebook
MAC-Adresse	6E:49:6D:6F:CB:D7
IP-Adresse	192.168.0.13
Netzmaske	255.255.255.0
Gateway	
Domain Name Server	

Die IP-Adresse kann dabei automatisch als Name übergeben werden

- ☒ IP-Adresse als Name verwenden
- ☐ DHCP zur Konfiguration verwenden

DHCP-Server einrichten



## Netzwerkconfiguration und Kontrolle

Zur Kontrolle verwendet man am Besten die **Befehlszeile** im Simulationsmodus

entspricht der Eingabeaufforderung / cmd-Befehl

u.a. werden folgende Befehle unterstützt:

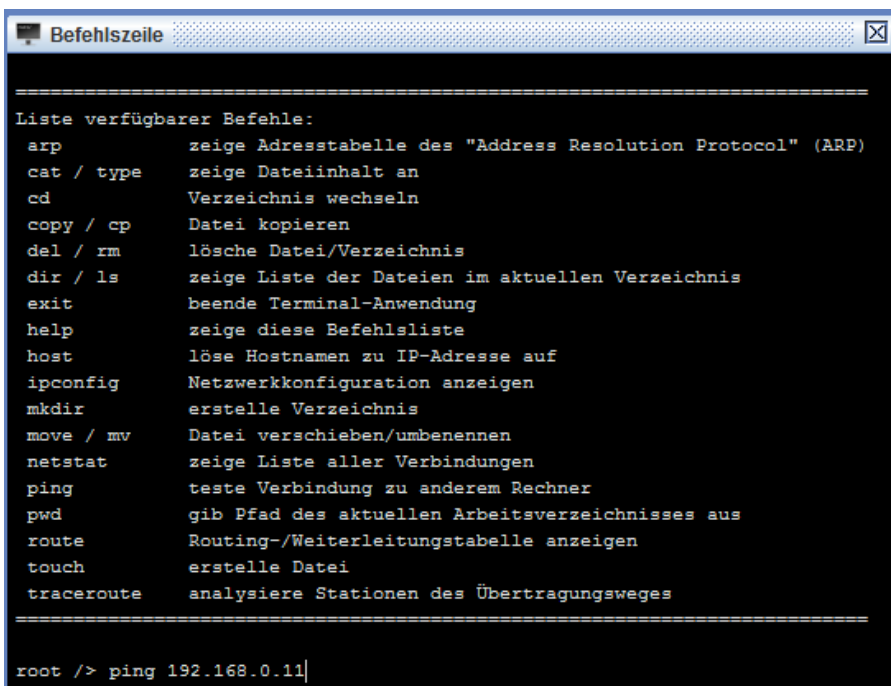
- ipconfig                      Zeigt die Netzwerkeinstellungen an.
- ping <ip-adresse>        Ping wird an einen anderen Rechner gesendet. Benötigte Zeit und Datenpakete werden angezeigt.



# Filius – Simulation von Netzwerken

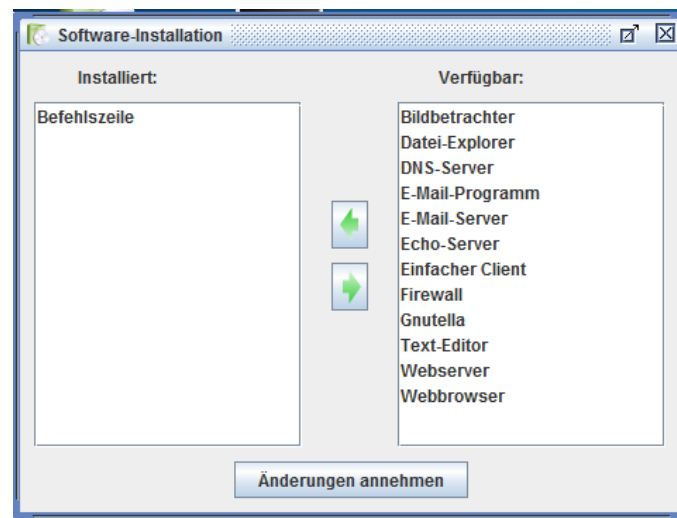
## Die Befehlszeile im Simulationsmodus

Muss zunächst „installiert“ werden



```
=====
Befehlszeile
=====
Liste verfügbarer Befehle:
arp           zeige Adresstabelle des "Address Resolution Protocol" (ARP)
cat / type    zeige Dateiinhalt an
cd            Verzeichnis wechseln
copy / cp     Datei kopieren
del / rm      lösche Datei/Verzeichnis
dir / ls      zeige Liste der Dateien im aktuellen Verzeichnis
exit          beende Terminal-Anwendung
help          zeige diese Befehlsliste
host          löse Hostnamen zu IP-Adresse auf
ipconfig      Netzwerkkonfiguration anzeigen
mkdir         erstelle Verzeichnis
move / mv     Datei verschieben/umbenennen
netstat       zeige Liste aller Verbindungen
ping          teste Verbindung zu anderem Rechner
pwd           gib Pfad des aktuellen Arbeitsverzeichnisses aus
route         Routing-/Weiterleitungstabelle anzeigen
touch         erstelle Datei
tracert       analysiere Stationen des Übertragungsweges
=====

root /> ping 192.168.0.11|
```

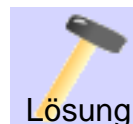




## Mögliche Aufgabenstellungen:



1. *Erstelle mit Filius ein Netzwerk, verwende dafür 4 Laptops und 1 Switch. Erteile deinen Rechnern geeignete IP-Adressen und Subnetzmasken. Teste dein Programm im Simulationsmodus, indem du die Befehle „ipconfig“ und „ping“ verwendest.*

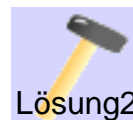


2. *Öffne die Filius- Datei „A02-IP-Adresse“. Nur die Rechner 1 und 2 können eine Verbindung zum „Internet“ aufbauen. Gib einen möglichen Grund und eine oder mehrere Lösungsmöglichkeit an. Teste deine Lösung, indem du versuchst, den Server zu erreichen.*



Lösung 1: IP-Adresse von Rechner 3 wurde von 192.178.1.3 auf 192.168.1.3 geändert.

Lösung 2: Die Subnetzmaske wurde bei allen Rechnern und dem Server auf 255.0.0.0 gesetzt.





## 4-Schichten-Modell:

*Voraussetzung: theoretische Behandlung des 4-Schichten-Modells*

Die einzelnen Schichten lassen sich im Simulationsmodus durch einen Klick auf einen Rechner mit der rechten Maustaste darstellen.

Datenaustausch						
192.168.0.10 - 192.168.0.10    192.168.0.11 - 192.168.0.11						
Nr.	Zeit	Quelle	Ziel	Protokoll	Schicht	Bemerkungen
1	11:18:02.471	192.168.0.10	192.168.0.11	ARP	Vermittlung	Suche nach MAC für 192.168.0.11, 192.168.0.10: B1:22:FC:DB:56:84
2	11:18:02.472	192.168.0.11	192.168.0.10	ARP	Vermittlung	192.168.0.11: DD:97:54:26:2E:E6
3	11:18:02.685	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1
4	11:18:02.687	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1
5	11:18:03.654	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 2
6	11:18:03.655	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 2
7	11:18:04.846	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 3
8	11:18:04.847	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 3
9	11:18:06.050	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 4
10	11:18:06.050	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Vermittlung	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 4



## DHCP-Server



Ein DHCP-Server weist den Clients selbstständig IP-Adressen zu.

Auf einem Rechner muss im Hardwaremodus DHCP eingerichtet werden.

Ober- und Untergrenzen der IP-Adressen werden festgelegt.  
Serveradressen werden dabei ausgespart. →

Auf allen Clients muss DHCP aktiviert werden. →

Wechsel in den Simulationsmodus -> IP-Adressen werden zugewiesen

Aufgabe: Öffne „A03-DHCP.flx“ und installiere einen DHCP-Server





## DNS-Server

DNS-Server = **D**omain-**N**ame-**S**erver



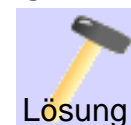
Den IP-Adressen können Namen zugewiesen werden.

Ein DNS-Server muss im Simulationsmodus gestartet werden. ➡

Im Entwurfsmodus wird bei allen Clients die IP-Adresse des DNS-Servers eingetragen. ➡

Mit Hilfe des „host“- oder „ping“-Befehls kann der DNS-Server getestet werden, z. B. „host www.lmu.de“

Aufgabe: Öffne „A04-DNS.flx“ und installiere einen DNS-Server



Wird ein DNS-Server gleichzeitig mit einem DHCP-Server verwendet, so wird die Adresse automatisch bei der Einrichtung des DHCP-Servers übernommen ➡



## Verbindung mehrerer Netze

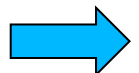
Netze werden mithilfe von Routern (Vermittlungsrechnern) verbunden.

Router werden im Entwurfsmodus konfiguriert.

Für jedes angeschlossene Netzwerk steht im Router eine eigene Netzwerkkarte zur Verfügung.

Die IP-Adresse des Vermittlungsrechner (Gateway) muss bei den Clients eingetragen werden.

Die Weiterleitungstabelle (routing table) wird nach korrekter Einrichtung der Netzwerkkarten automatisch angepasst. Sie zeigt, über welche Schnittstellen eintreffende Daten weitergeleitet werden, sie kann in der Befehlszeile mit dem Befehl „route“ angezeigt werden..





# Filius – Simulation von Netzwerken

## Verbindung mehrerer Netze

### Aufgabe:

*Lade die Filius-Datei „A05-router.flx“.*



*Verbinde die beiden Netzwerke mit einem Vermittlungsrechner.*

*Stelle die Netzwerkkarten des Vermittlungsrechners richtig ein.*

*Teste dein Netz mit dem ping-Befehl*





## Verbindung mehrerer Netze

### Zwei und mehr Router

In der Routingtabelle können per Hand eigene Einträge hinzugefügt werden.

Bei nur zwei Router wird die IP-Adresse des jeweils anderen Routers unter Gateway eingetragen, dadurch wird ein entsprechender Eintrag am Ende der Routingtabelle angehängt, alternativ kann „automatisches Routing“ vorgenommen werden.

Bei der ersten Methode wird die Routingtabelle zu Beginn erstellt (-> statisches Routing)

Im Internet, wie auch bei der zweiten Methode, handelt es sich um dynamisches Routing, d.h. die Routingtabelle wird stets neu angepasst. Dies kann mit Filius seit Version 1.4.4 simuliert werden.



# Filius – Simulation von Netzwerken

## Verbindung mehrerer Netze

### Aufgabe:

*Lade die Filius-Datei „A06-2-router.flr“.*



*Konfiguriere die Vermittlungsrechner so, dass die Kommunikation zwischen allen Netzen funktioniert, versuche dies mit und ohne „automatischem Routing“.*



### Anmerkung:

- Die einzelnen Verbindungen bei einem Aufruf im Internet können z. B. mit cmd - tracert (Windows) dargestellt werden. ➡
- „tracroute“ gibt es auch in der Terminalsoftware in Filius ➡
- Eine grafische Darstellung bietet z. B. das von Patrick Zemanek entwickelte Programm tracroute.jar ➡



## Firewall

Kann sowohl auf Rechnern, als auch auf Routern eingerichtet werden.

Router:

- Wird im Entwurfsmodus eingerichtet.
- Zugriff auf bestimmte Absender- oder Zieladressen oder Ports kann unterbunden werden.

Rechner:

- Wird im Simulationsmodus eingerichtet.
- Zunächst wird der gesamte Datenverkehr blockiert.
- Einzelne Ports können für alle oder nur das eigene Netz freigeschalten werden.



## Firewall

### Aufgabe:

*Lade die Filius-Datei „A07-firewall.flr“.*



- a) Teste die Verbindung zwischen den Netzen mit Hilfe des Ping-Befehls.*
- b) Richte im Router eine Firewall ein, die die Verbindung vom 10.x.x.x – Netz zum 192.168.10.x – Netz verbietet. Teste erneut.*
- c) Mache dich mit den übrigen Einstellungen der Firewall vertraut.*





## **Web-Server und Web-Browser**

Werden im Simulationsmodus installiert.

Web-Browser muss explizit gestartet werden.

Nach Eingabe der IP-Adresse bzw., falls DNS-Server installiert, der URL, wird eine Standardseite des Web-Servers geöffnet.

Auch eigene (HTML-)Seiten können erstellt werden.



## Web-Server und Web-Browser

### Aufgabe:



*Lade die Filius-Datei „A08-www.flr“.*

- a) *Installiere einen Web-Server und einen Web-Browser und teste die Anwendung.*



- b) *Installiere zusätzlich einen DNS-Server, erfinde Namen für die Web-Server und teste wiederum die Anwendung.*





## Web-Server – eigene Dateien

Müssen in HTML geschrieben sein

Standardseite kann überschrieben werden,  
dazu wird der „Texteditor“ auf dem Web-Server installiert.

Dateien können vom lokalen Rechner in das virtuelle Netzwerk importiert werden. -> Datei-Explorer muss installiert werden .

Weitere Seiten können aufgerufen werden, dazu müssen diese explizit genannt werden, z. B. [www.lmu.de/seite2.html](http://www.lmu.de/seite2.html).

Verlinkung mehrerer Seiten ist möglich, ebenso Unterverzeichnisse.

Einfügen von Bildern ist möglich.



## Web-Server – eigene Dateien

### Aufgabe:

*Lade die Filius-Datei „Aufgabe-www-eigene.flr“.*



- a) *Installiere auf den Web-Servern einen Texteditor und ändere „index.html“ so ab, dass die Server unterschieden werden können.*



- b) *Weiteres Beispiel:*





## Simulation von Webprovidern

Mehrere Unterverzeichnisse mit „index.html“-Dateien.

Um Unterverzeichnisse zu erstellen, Rechtsklick im Dateieexplorer auf der rechten Seite des jeweiligen Ordners. →

Im Web-Server wird eingetragen, in welchem Unterverzeichnis die Daten für welche URL liegen.

Dazu „verwende virtuelle Hosts“ anklicken. →

Im DNS-Server werden URLs eingetragen. →



# Filius – Simulation von Netzwerken

## Simulation von Webprovidern



### Beispiel:

Web-Server

Anhalten ☒ Verwende virtuelle Hosts

Virtuelle Hosts:

Hostname	Unterverzeichnis
www.lmu.de	lmu
www.rosenbaum.de	rosenbaum

DNS-Server

Beenden ☐ Aktiviere rekursive Domain-Auflösung

Adressen (A) Mailaustausch (MX) Nameserver (NS)

Domainname:

IP-Adresse:

Hinzufügen Auswahl entfernen

Domainname	IP-Adresse
www.rosenbaum.de.	192.168.0.1
www.lmu.de.	192.168.0.1



## E-Mail-Server und E-Mail-Programm

Mail-Server und E-Mail-Programm müssen installiert sein.

Mail-Server :

- Mail-Domäne wird festgelegt
- Benutzer werden angelegt
- Server muss gestartet werden

E-Mail-Programm:

- Benutzerkonten werden konfiguriert
- Portnummern für SMTP und POP3 dürfen nicht geändert werden.



## E-Mail-Server und E-Mail-Programm

### Aufgabe:

*Lade die Filius-Datei „A11-mailserver1.flx“.*



- a) Installiere einen Mail-Server, lege drei Benutzer an und starte ihn.*
- b) Erstelle auf den drei Laptops jeweils Benutzerkonten*
- c) Teste die Anwendung, indem du Mails verschickst, diese abrufst und darauf antwortest. Überprüfe auch das Logfile auf dem Server.*







## E-Mails in Verbindung mit dem Modem

Mit Hilfe des Modems lassen sich mehrere geöffnete Filiusdateien über ein lokales Netzwerk verbinden.

Damit ist es möglich, den E-Mailserver auf einem lokalen Rechner auszuführen (z. B. dem Lehrerrechner), die Clients auf anderen lokalen Rechnern (z. B. Schülerrechner).

Diese Struktur kann über „localhost“ auch simuliert werden.

Ein Modem muss dabei Verbindungen annehmen,   
das Pendant in der zugehörigen Filiusdatei gibt sie ab,   
die Portnummern müssen auf zueinander gehörenden Modems gleich sein.



## E-Mails in Verbindung mit dem Modem

Möchte man mehrere Clients z. B. mit einem Server verbinden, werden mehrere Modems (mit unterschiedlichen Portnummern) nötig. ➡

Bei jedem Modempaar muss explizit die Verbindung gestartet werden.

So ist es z. B. möglich, Schüler mit je einem E-Mail-Programm auszustatten, als Lehrer den Server zu „spielen“ und damit den Datenfluss bei E-Mails zu erklären.



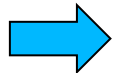
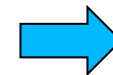
## Mehrere E-Mail-Server

Benutzer sind bei unterschiedlichen Mail-Servern angemeldet (z. B. web.de, gmx.de, freenet.de usw.)

SMTP-Server und POP3-Server werden mit Namen, nicht mit IP-Adressen angesprochen (-> DNS-Server wird notwendig).

Im Realschulbereich muss die rekursive Namensauflösung nicht unbedingt thematisiert werden, es genügt ein DNS-Server. In Filius ist es jedoch möglich, DNS-Server hierarchisch anzuordnen.

Der DNS-Server kann in Filius sowohl für die Zuordnung von URLs zu IP-Adressen, als auch für E-Mail-Adressen benutzt werden.

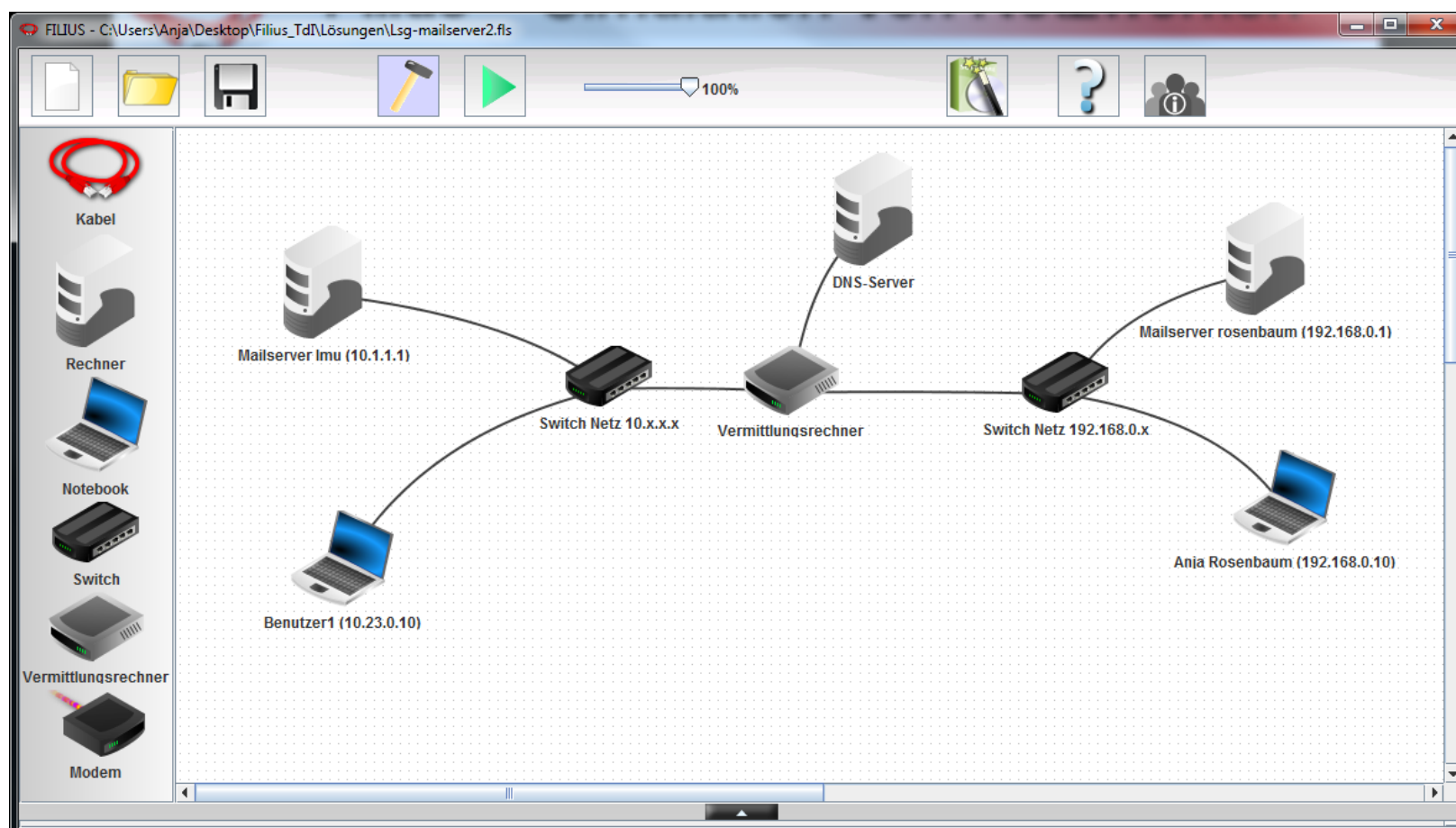




# Filius – Simulation von Netzwerken

## E-Mail-Server und E-Mail-Programm

Beispiel:





**Vielen Dank  
für  
Ihre Aufmerksamkeit**



# Filius – Simulation von Netzwerken

DHCP-Server einrichten

Adress-Untergrenze 192.168.0.10

Adress-Obergrenze 192.168.0.20

Netzmaske 255.255.255.0

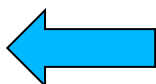
Gateway 0.0.0.0

DNS-Server 0.0.0.0

☐ Manuelle Einstellungen

☒ DHCP aktivieren

OK

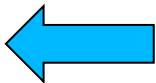




# Filius – Simulation von Netzwerken

- ☒ IP-Adresse als Name verwenden
- ☒ DHCP zur Konfiguration verwenden

DHCP-Server einrichten



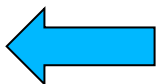


# Filius – Simulation von Netzwerken

Name	DHCP
MAC-Adresse	7C:1F:45:B5:7A:37
IP-Adresse	192.168.0.10
Netzmaske	255.255.255.0
Gateway	
Domain Name Server	192.168.0.11

DHCP-Server einrichten

Adress-Untergrenze	192.168.0.20
Adress-Obergrenze	192.168.0.30
Netzmaske	255.255.255.0
Gateway	0.0.0.0
DNS-Server	192.168.0.11
<input type="checkbox"/> Manuelle Einstellungen	
<input checked="" type="checkbox"/> DHCP aktivieren	
OK	





# Filius – Simulation von Netzwerken

DNS-Server - 192.168.0.1

DNS-Server

☐ Aktiviere rekursive Domain-Auflösung

Domainname:

IP-Adresse:

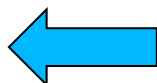
Domainname	IP-Adresse
www.lmu.de.	192.168.0.11
www.rosenbaum.de.	192.168.0.12





# Filius – Simulation von Netzwerken

Name	192.168.0.11
MAC-Adresse	2D:23:1A:E7:FA:AD
IP-Adresse	192.168.0.11
Netzmaske	255.255.255.0
Gateway	
Domain Name Server	192.168.0.1





# Filius – Simulation von Netzwerken

**DNS-Server**

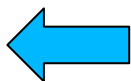
☐ Aktiviere rekursive Domain-Auflösung

☒ Adressen (A) ☐ Mailaustausch (MX) ☐ Nameserver (NS)

Domainname:

IP-Adresse:

Domainname	IP-Adresse
pop3.rosenbaum.de.	192.168.0.1
smtp.rosenbaum.de.	192.168.0.1
pop3.lmu.de.	10.1.1.1
smtp.lmu.de.	10.1.1.1





# Filius – Simulation von Netzwerken

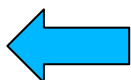
**Web-Server** [X]

☒ Verwende virtuelle Hosts

Virtuelle Hosts:

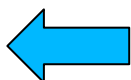
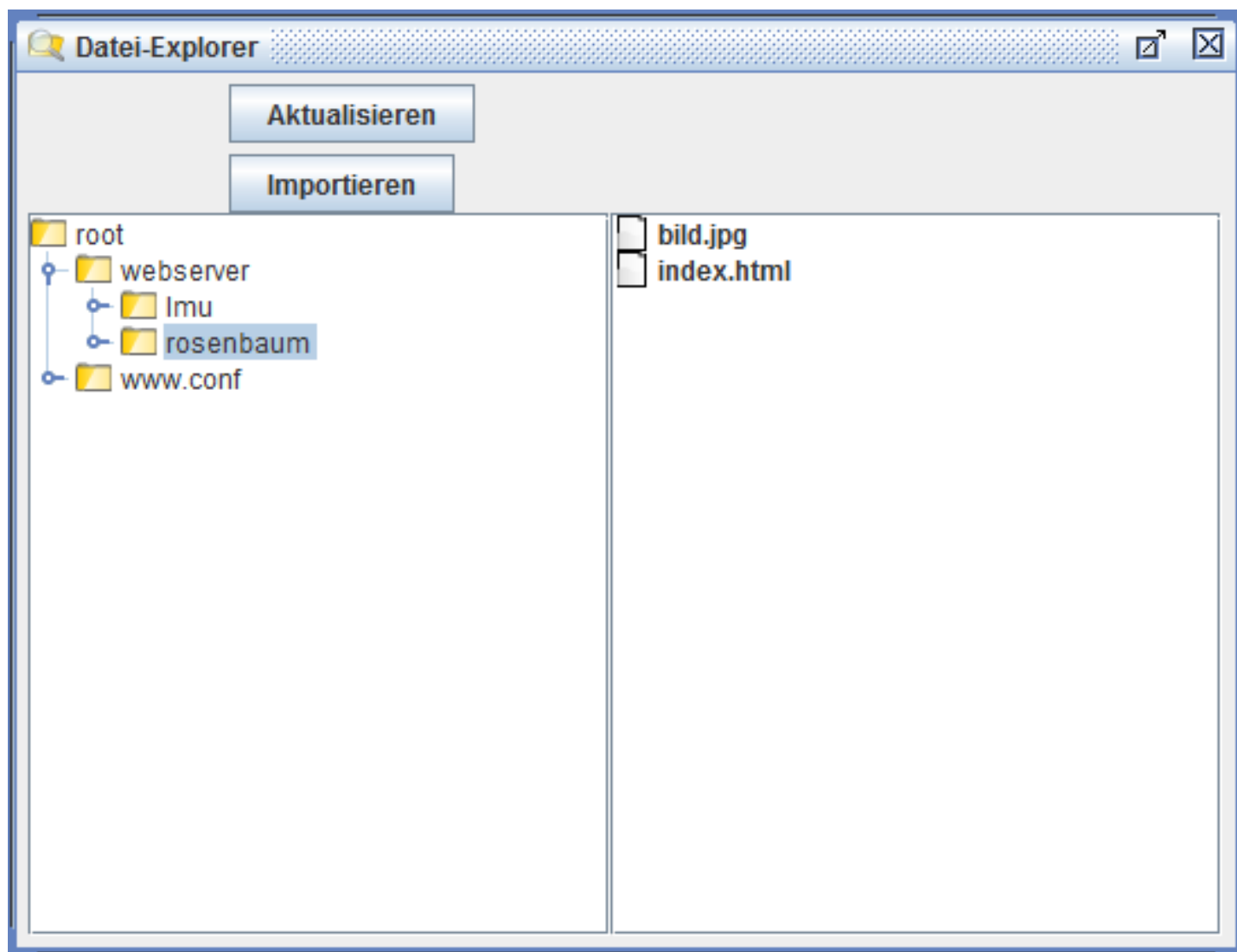
Hostname	Unterverzeichnis
www.lmu.de	lmu
www.rosenbaum.de	rosenbaum

Annahme von Verbindungsanfragen gestartet





# Filius – Simulation von Netzwerken





# Filius – Simulation von Netzwerken

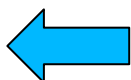
**DNS-Server**

☐ Aktiviere rekursive Domain-Auflösung

Domainname:

IP-Adresse:

Domainname	IP-Adresse
www.rosenbaum.de.	192.168.0.1
www.lmu.de.	192.168.0.1





# Filius – Simulation von Netzwerken

**DNS-Server**

**Beenden** ☐ **Aktiviere rekursive Domain-Auflösung**

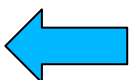
**Adressen (A)** **Mailaustausch (MX)** **Nameserver (NS)**

**Maildomain:**

**Domainname Mailserver:**

**Hinzufügen** **Auswahl entfernen**

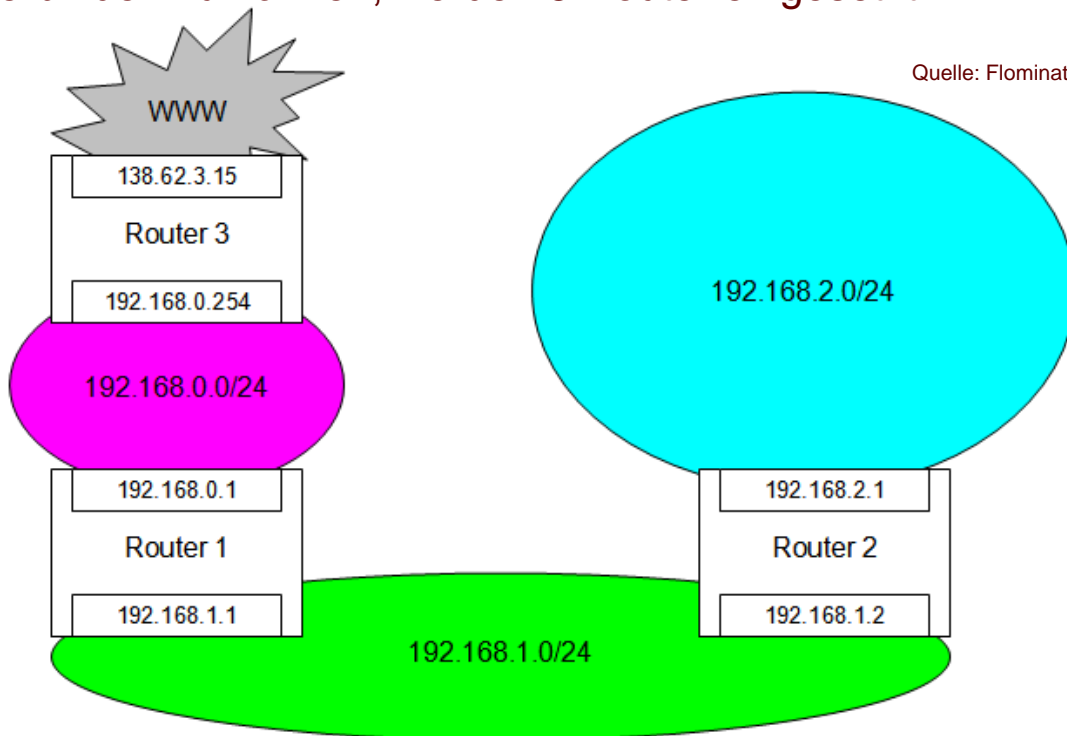
Maildomain	Domainname Mailserver
rosenbaum.de.	smtp.rosenbaum.de.
lmu.de.	smtp.lmu.de.





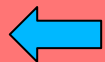
# Filius – Simulation von Netzwerken

Gegeben sei ein LAN mit 3 Subnetzen und einem Zugang ins Internet. Um die Netze miteinander verbinden zu können, werden 3 Router eingesetzt:



Die Routingtabelle am Router 2 sieht folgendermaßen aus:

Netzadresse bzw. IP-Adresse	Subnetzmaske bzw. Netmask	Gateway bzw. Router	Schnittstelle	Metrik (Anzahl der Hops)
192.168.0.0	255.255.0.0	192.168.1.1	192.168.1.2	2
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.2	192.168.1.2	1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.1	192.168.2.1	1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.1	192.168.1.2	3





# Filius – Simulation von Netzwerken

**MAC-Adresse:** Hardware-Adresse der Netzwerkkarte,  
vergleichbar mit einer Seriennummer

## IPv4-Adresse:

Besteht aus 4 Blöcken á 1 Byte (= 8 Bit), die durch einen Punkt getrennt sind  
z. B. 192.168.10.1 (für jeden Block sind Zahlen von 0 bis 255 möglich)

Der erste Teil einer IP-Adresse ist bei allen Rechnern in einem Netzwerk gleich  
-> **Netz-Anteil**

Der zweite Teil muss für jeden Rechnern eindeutig sein  
-> **Host-Anteil**

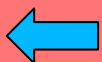
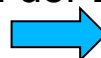
Die Subnetzmaske gibt den Netz- bzw. den Host-Anteil an,  
beginnt mit 1-ern (dual)  $\triangleq$  Netz-Anteil,  
anschließend 0-er  $\triangleq$  Host-Anteil,

Beispiel: 11111111.11111111.11111111.00000000 (entspricht 255.255.255.0)  
d.h. die ersten 24 Bit einer IP-Adresse geben den Netz-Anteil an,  
die letzten 8 Bit den Host-Anteil

Alternative Schreibweise:

Statt 255.255.255.0 /24 (die Anzahl der Bit im Netz-Anteil)

Übersicht





# Filius – Simulation von Netzwerken

## Besondere Adressen:

Erste IP-Adresse im Netz kennzeichnet die **Netzwerkadresse**.

Beispiel: Ein Rechner besitzt die IP-Adresse 192.168.0.10 /24  
192.168.0.0 kennzeichnet also die Netzwerkadresse

Letzte Adresse im Netz kennzeichnet den **Broadcast** (Rundruf an alle)

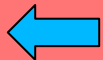
Beispiel: Ein Rechner besitzt die IP-Adresse 192.168.0.10 /24  
192.168.0.255 kennzeichnet also den Broadcast

Die Anzahl der IP-Adressen muss also um zwei reduziert werden, um auf die richtige Anzahl der nutzbaren IP-Adressen zu kommen.

Den eigenen Rechner bezeichnet man in der Regel auch als **localhost**,  
er kann i. A. mit der IP-Adresse 127.0.0.1 aufgerufen werden.

## Adressbereiche für private Netzwerke:

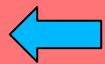
10.0.0.0	Subnetzmaske 255.0.0.0
172.16.0.0	Subnetzmaske 255.255.0.0
192.168.0.0	Subnetzmaske 255.255.255.0





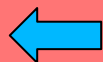
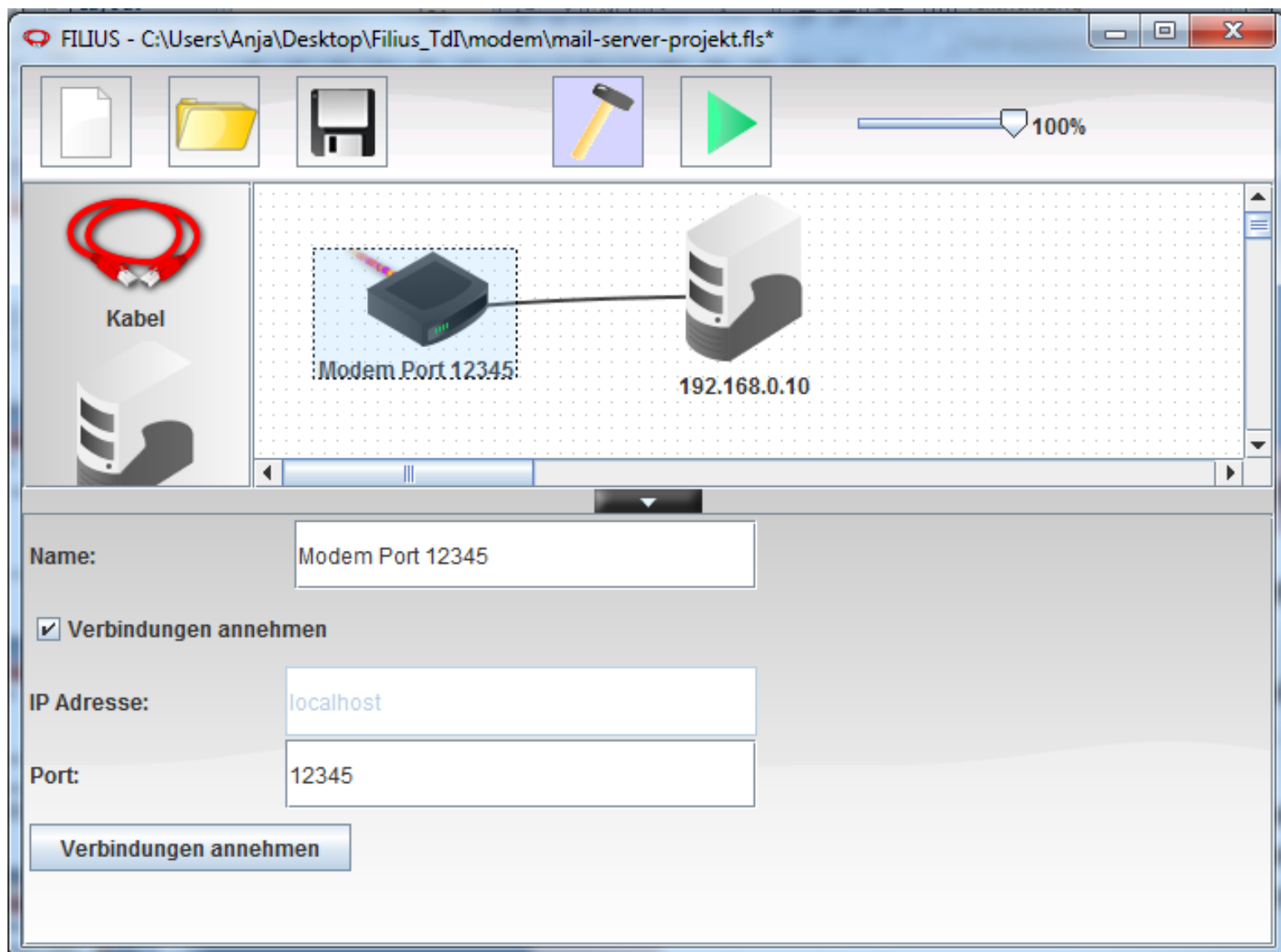
# Filius – Simulation von Netzwerken

Subnetzmaske	32-Bit-Wert	Präfix
255.0.0.0	1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000	/8
255.128.0.0	1111 1111 1000 0000 0000 0000 0000 0000	/9
255.192.0.0	1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000 0000	/10
255.224.0.0	1111 1111 1110 0000 0000 0000 0000 0000	/11
255.240.0.0	1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000	/12
255.248.0.0	1111 1111 1111 1000 0000 0000 0000 0000	/13
255.252.0.0	1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000	/14
255.254.0.0	1111 1111 1111 1110 0000 0000 0000 0000	/15
255.255.0.0	1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000	/16
255.255.128.0	1111 1111 1111 1111 1000 0000 0000 0000	/17
255.255.192.0	1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000	/18
255.255.224.0	1111 1111 1111 1111 1110 0000 0000 0000	/19
255.255.240.0	1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000	/20
255.255.248.0	1111 1111 1111 1111 1111 1000 0000 0000	/21
255.255.252.0	1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000	/22
255.255.254.0	1111 1111 1111 1111 1111 1110 0000 0000	/23
255.255.255.0	1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000	/24
255.255.255.128	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1000 0000	/25
255.255.255.192	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000	/26
255.255.255.224	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 0000	/27
255.255.255.240	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000	/28
255.255.255.248	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1000	/29
255.255.255.252	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100	/30



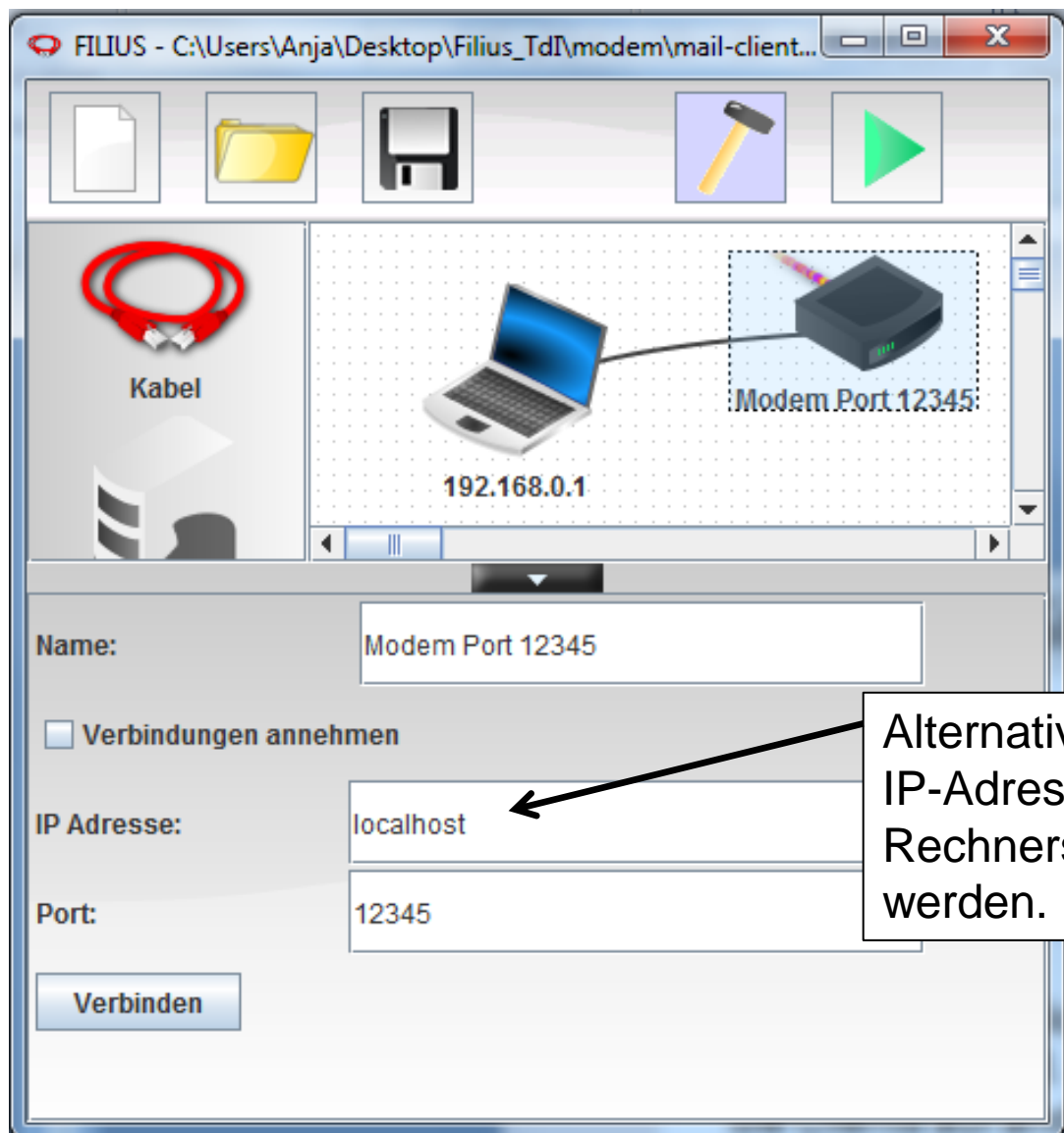


# Filius – Simulation von Netzwerken

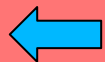




# Filius – Simulation von Netzwerken

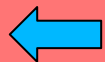
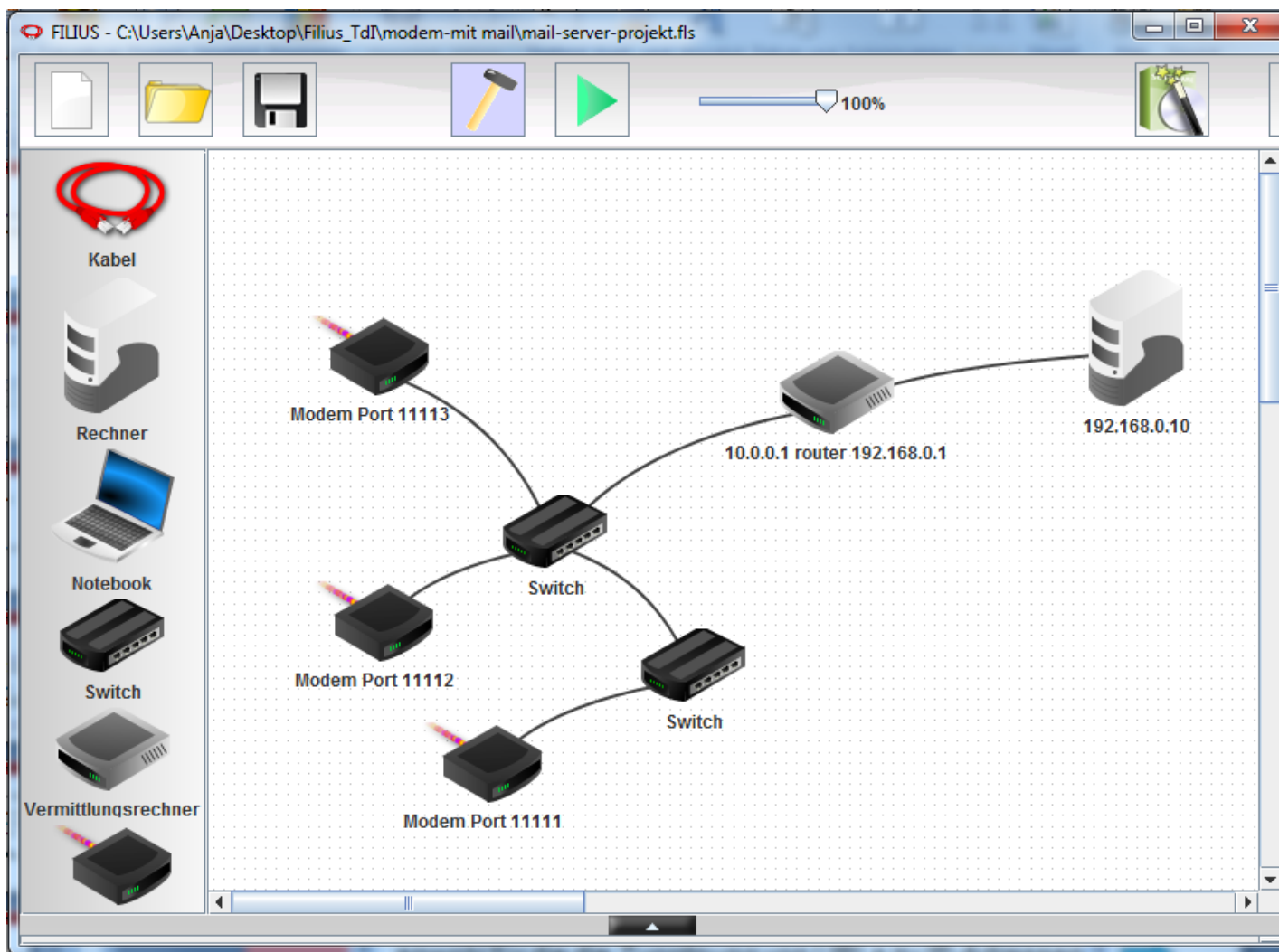


Alternativ kann hier die IP-Adresse des lokalen Rechners eingetragen werden.





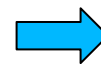
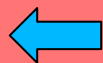
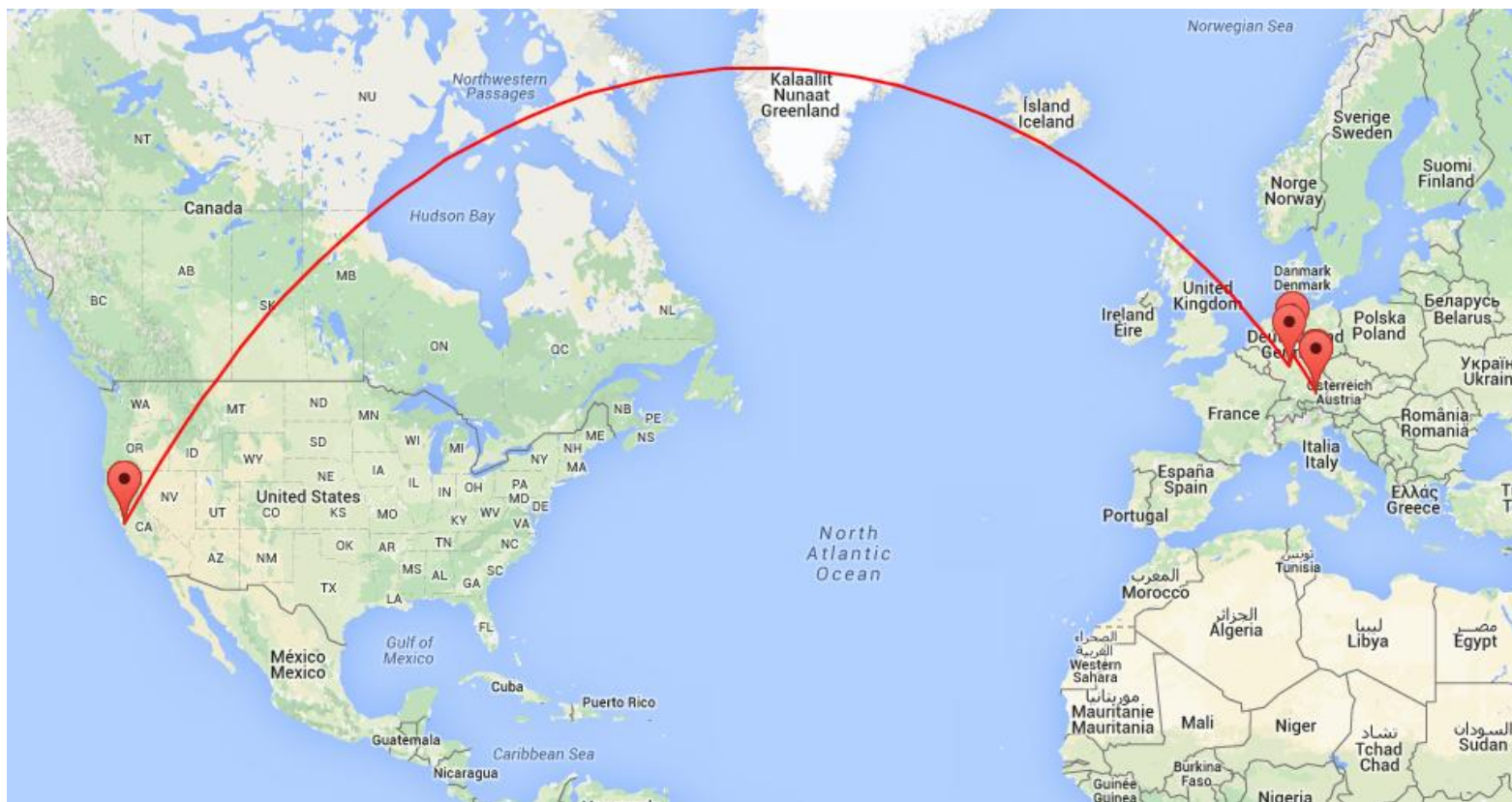
# Filius – Simulation von Netzwerken





# Filius – Simulation von Netzwerken

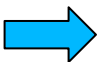
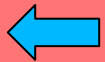
[www.google.de](http://www.google.de)





# Filius – Simulation von Netzwerken

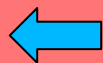
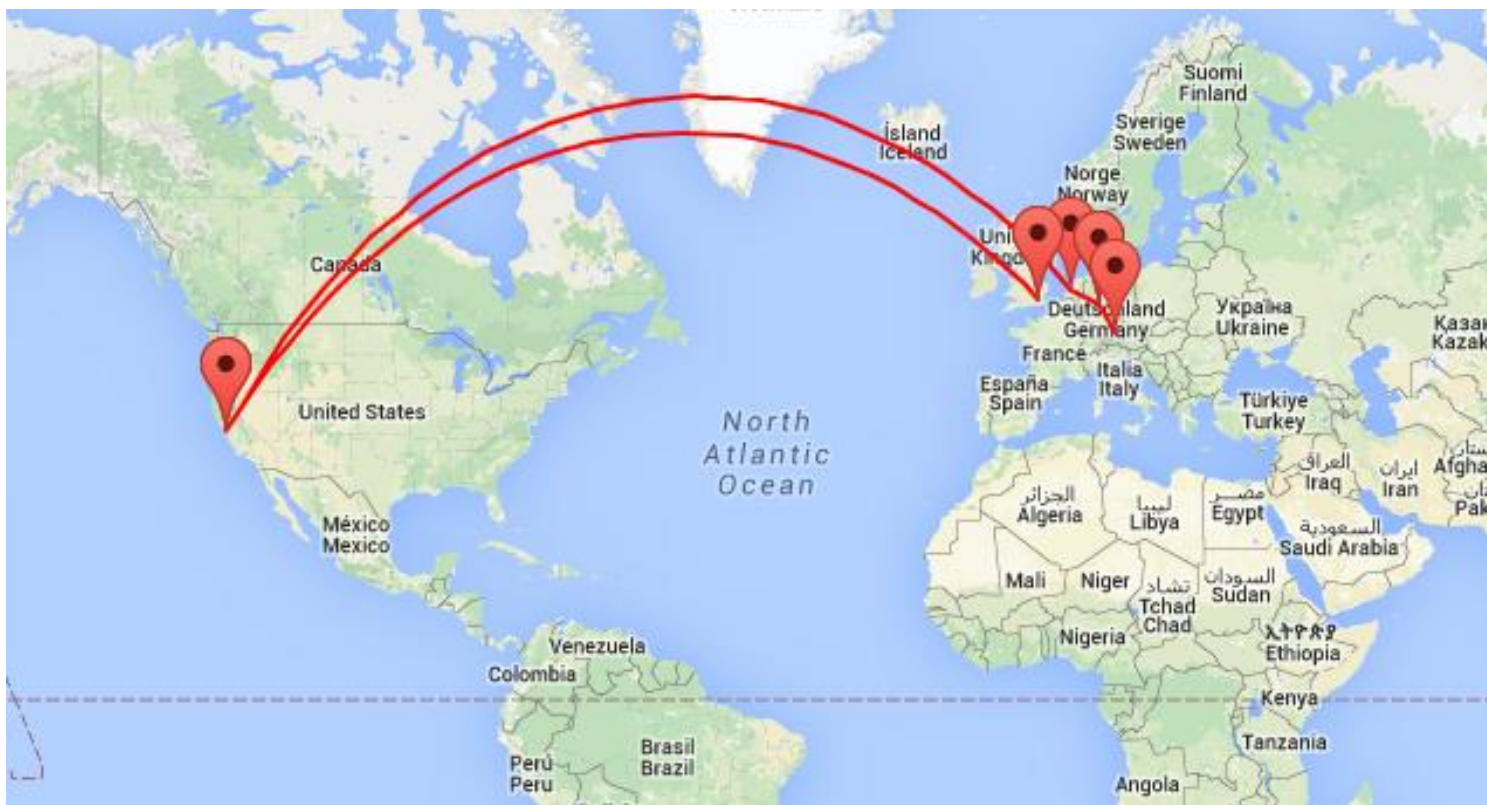
[www.google.de](http://www.google.de)





# Filius – Simulation von Netzwerken

[www.yahoo.de](http://www.yahoo.de)





# Filius – Simulation von Netzwerken

[www.yahoo.de](http://www.yahoo.de)

