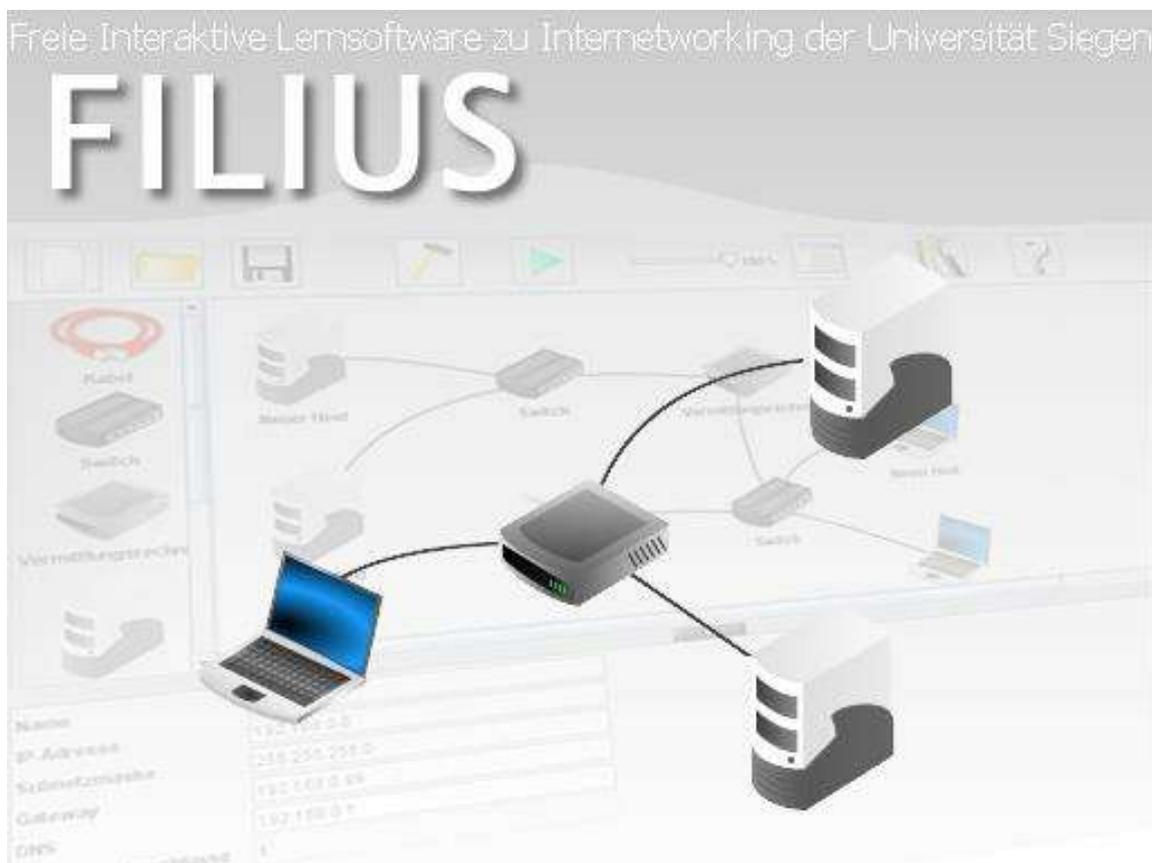


# Skriptum zur Unterrichtsreihe "Netzwerke mit FILIUS"

1



Autor: Daniel Garmann (dgarmann@freenet.de), Gymnasium Odenthal (www.gymnasium-odenthal.de)

Datum: April 2015

<sup>1</sup> Alle Bilder wurden dem Programm FILIUS entnommen. Die Rechte liegen bei den Entwicklern.

## Inhalt

Vorbemerkungen .....	2
Aufbau von FILIUS .....	2
Der Entwurfsmodus .....	3
Die Bauteile von FILIUS.....	3
Die Bauteile Rechner und Notebook .....	3
Das Bauteil Kabel.....	4
Das Bauteil Switch.....	4
Das Bauteil Vermittlungsrechner/Router .....	4
Das Bauteil Modem .....	5
Der Aktionsmodus .....	6
Netzwerkanwendungen von FILIUS.....	7
Systemanwendungen von FILIUS .....	7
Client-Anwendungen von FILIUS .....	7
Server-Anwendungen von FILIUS.....	8
Der Dokumentationsmodus .....	8
Dokumentationsmöglichkeiten .....	8
Aufbau und Test von Netzwerken mit FILIUS.....	9
Direkte Vernetzung .....	9
Vernetzung über einen Switch .....	11
Verbinden von Netzwerken über einen Vermittlungsrechner/Router .....	13
Simulation des World Wide Web.....	14
Emailverkehr im Netzwerk .....	18
Ausblick .....	21
Virtuelle Netzwerke und reale Netzwerke .....	21
Dateiaustausch über Peer-To-Peer.....	22
DHCP-Server einrichten.....	23
Eigene Software erstellen und einbinden.....	25
Routing über mehrere Vermittlungsrechner (manuelles Routing) .....	25
Anhang A: IP-Adressen .....	28

## Vorbemerkungen

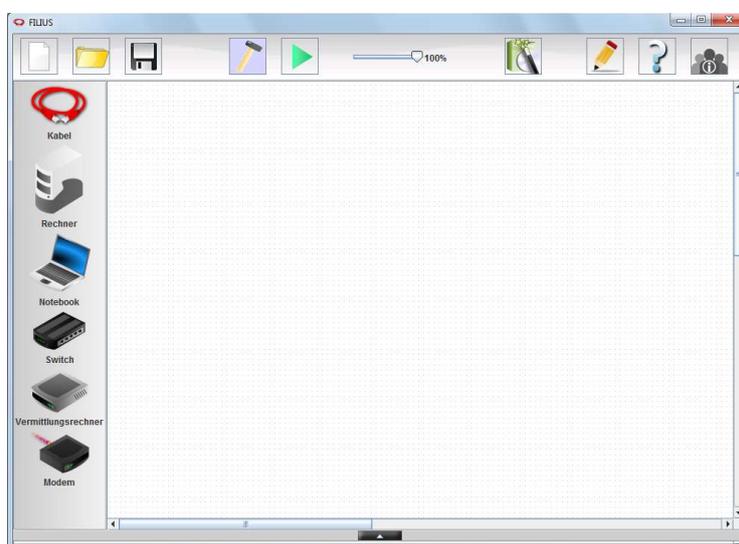
FILIUS<sup>2</sup> wurde initial an der Universität Siegen entwickelt, um Unterricht zum Internet zu unterstützen. Zielgruppe sind Lernende in der Sekundarstufe allgemein bildender Schulen. Mit FILIUS werden Lernaktivitäten ermöglicht, die insbesondere entdeckendes Lernen unterstützen sollen. Die Entwickler von FILIUS geben an:

»FILIUS ist eine explorative Lernsoftware zum Thema Internetworking. Sie dient dem Erlernen von Grundwissen zum Internets und steht jedem frei zur Verfügung, der sich mit dem Thema Internet näher befassen möchte, ist aber insbesondere für den Einsatz in Schulen gedacht. Die Absicht der Entwickler dieser Software ist es, möglichst viele Nutzer zu gewinnen. Die Etablierung nicht nur an Schulen in Nordrhein-Westfalen, sondern in ganz Deutschland wäre der denkbar größte Erfolg und Lohn für die Mühen, die das Entwickler-Team auf sich genommen hat. Kurz gesagt: Jeder ist herzlich eingeladen die Software herunter zu laden. «<sup>3</sup>

Mit diesem Skript soll Ihnen als Lehrende/r eine Möglichkeit aufgezeigt werden, wie Sie das Programm im Unterricht einsetzen können. Die Erläuterungen werden stets durch Aufgaben ergänzt, deren jeweilige Musterlösung als Download verfügbar ist.

## Aufbau von FILIUS

Nach dem ersten Start des Programms (filius.exe oder filius.jar) erhalten Sie die Möglichkeit, die Sprache einzustellen, welche dann dauerhaft gespeichert bleibt<sup>4</sup>. Ab nun zeigt sich das Programm nach dem Start mit folgender Oberfläche:



Das Programm unterscheidet zwischen drei verschiedenen Arbeitsmodi, dem Entwurfsmodus, dem Aktionsmodus und dem Dokumentationsmodus:

<sup>2</sup> FILIUS bedeutet Freie Interaktive Lernumgebung für Internetworking der Universität Siegen.

<sup>3</sup> <http://fameibl.de/content/projects/filius/download/Dokumentation2.pdf>, Seite 2

<sup>4</sup> Diese Einstellung wird im Benutzerverzeichnis im Ordner .filius gespeichert, der zum Zurücksetzen gelöscht werden kann.

In den Entwurfsmodus wechseln Sie, indem Sie auf den Hammer () in der oberen Symbolleiste klicken. Dieser Modus ermöglicht Ihnen den Aufbau oder die Veränderung eines Netzwerkes. FILIUS befindet sich nach dem Programmstart stets in diesem Modus.

In den Aktionsmodus gelangen Sie, indem Sie auf den grünen Pfeil () klicken. Dieser Modus erlaubt es Ihnen, das aufgebaute Netzwerk zu testen, unterschiedliche Netzwerkanwendungen auf den Rechnern zu installieren und zu starten.

Den Dokumentationsmodus erreichen Sie, indem Sie auf den Bleistift () klicken. Dieser Modus ermöglicht es, das Netzwerk durch Annotationen zu ergänzen und symbolische Gruppierungen im Netzwerk vorzunehmen.

Bevor Sie nun konkrete Netzwerke aufbauen sollen Ihnen zunächst allgemein die wesentlichen Bauteile eines Netzwerks vorgestellt werden.

## Der Entwurfsmodus

Bevor Sie konkrete Netzwerke aufbauen werden, sollen Ihnen im folgenden Kapitel die Funktionsweise der in FILIUS verwendeten Bauteile allgemein erläutert werden. Im Anschluss daran werden Sie diese Bauteile nutzen, um schrittweise komplexer werdende Netzwerke aufzubauen und zu testen.

### **Die Bauteile von FILIUS**

FILIUS bietet auf der linken Symbolleiste einen Katalog von Bauteilen an, welche im Arbeitsbereich beliebig positioniert, vernetzt, verändert und gelöscht werden können. Alle festen Bauteile werden mit der linken Maustaste per Drag&Drop in den weißen Arbeitsbereich gezogen, Kabel werden mit jeweils einem Klick auf die zu vernetzenden Bauteile gelegt. Die Kabelverbindungen aktualisieren sich selbständig, wenn ein Bauteil neu positioniert wird. Mithilfe der rechten Maustaste können Sowohl Kabel als auch Bauteile wieder entfernt werden. Im Folgenden soll nun zunächst die Funktion der einzelnen Bauteile allgemein erläutert werden. Eine Konkretisierung erfolgt dann im Kapitel zum Aufbau und Test von Netzwerken.

### **Die Bauteile Rechner und Notebook**

FILIUS bietet auf der linken Symbolleiste zwei verschiedene Arten von Computern an, die im virtuellen Netzwerk verbunden werden können. Beide Computerarten sind bezüglich ihrer Funktionalität identisch, allerdings bietet es sich an, eine logische Unterscheidung vorzunehmen. Wählen Sie für Computer, welche die Funktion eines Clients übernehmen, stets ein Notebook ()

und für Computer, die eine Server-Funktion ausüben, stets den Rechner () . Beide Computerarten werden mit der linken Maustaste auf den Arbeitsbereich gezogen. Die Internetkonfiguration eines Computers erhalten Sie mit Doppelklick auf das Computersymbol. In dem folgenden

Fenster können Sie nun Einstellungen bezüglich des Rechnernamens, seiner IP und seiner Subnetzmaske vornehmen. Die Standardkonfiguration eines Rechners sieht dabei wie folgt aus:

Name	Neuer Rechner
MAC-Adresse	3C:57:7B:D2:9A:12
IP-Adresse	192.168.0.10
Netzmaske	255.255.255.0
Gateway	
Domain Name Server	

Wenn Ihnen bzw. Ihren Schülern der Aufbau einer IP-Adresse nicht geläufig ist, so lesen Sie bitte zunächst das Kapitel A zu IP-Adressen im Anhang.

### Das Bauteil Kabel

Computer können mithilfe von Kabeln () verbunden werden. Nachdem Sie das Kabel gewählt haben können Sie nun nacheinander zwei andere Bauteile auf dem Arbeitsbereich anklicken, welche daraufhin mit einem Kabel verbunden werden.

### Das Bauteil Switch

Sobald mehr als zwei Computer miteinander verbunden werden sollen benötigen Sie einen zentralen Knotenpunkt. Die einfachste Art des Knotenpunkts bietet Ihnen FILIUS mit dem Switch (). Auch für dieses Bauteil können Sie die Einstellungen mithilfe eines Doppelklicks anzeigen und ändern.

Ein Switch "merkt" sich nach der ersten Netzwerkanfrage die an ihm angeschlossenen Computer und leitet Netzwerksignale entsprechend weiter. Ein Switch kann allerdings nur Computer eines einzigen Netzwerks verbinden.

### Das Bauteil Vermittlungsrechner/Router<sup>5</sup>

Möchten Sie Netzwerksignale aus einem Netzwerk in ein anderes Netzwerk versenden, so benötigen Sie zur Verbindung der Netzwerke einen

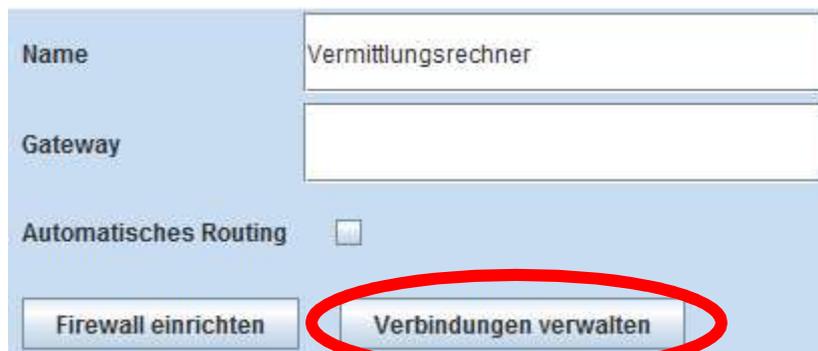
Vermittlungsrechner (). Damit der Vermittlungsrechner seine Arbeit richtig durchführen kann müssen alle an ihn angeschlossenen Bauteile in einem anderen

---

<sup>5</sup> In FILIUS wird der Begriff Vermittlungsrechner verwendet, weil tatsächlich keine Routing-Protokolle und damit auch keine klassischen Routing-Algorithmen zum Aufbau der Weiterleitungstabellen genutzt werden. Vielmehr ist die Funktionalität des Vermittlungsrechners darauf beschränkt, anhand einer (manuell) eingerichteten Weiterleitungstabelle IP-Pakete über Netzwerkgrenzen hinweg zu vermitteln.

Netzwerk liegen. Dies gilt auch für einzelne Rechner, die evtl. an ihn angeschlossen werden.

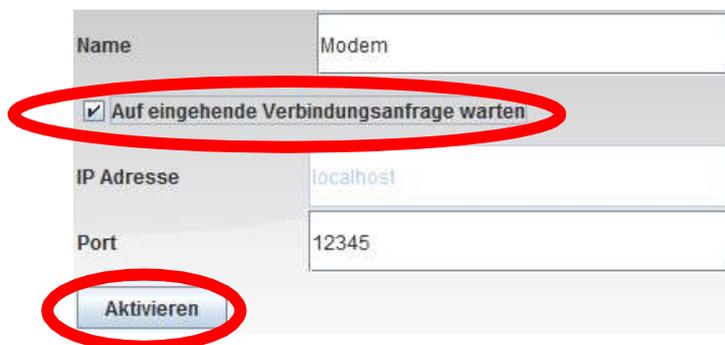
Zu Anfang fragt FILIUS, wie viele Schnittstellen der Vermittlungsrechner bereitstellen soll. Die jetzt eingestellte Anzahl kann später in den Einstellungen des Vermittlungsrechners (Doppelklick auf den Vermittlungsrechner) unter der Registerkarte "Allgemein" korrigiert werden.



In den Einstellungen finden Sie auch zu jeder Schnittstelle eine Registerkarte für die Einstellung der Netzwerkkarte des daran befindlichen Netzwerks. Tragen Sie hier die IP ein, an die Netzwerksignale gesendet werden sollen (in der Regel die erste Adresse des Netzwerks). Ebenso muss dann an allen im Netzwerk befindlichen Computern ein Gateway eingetragen werden. Die genauen Einstellungen werden später bei einer entsprechenden Aufgabenstellung konkretisiert.

### Das Bauteil Modem

FILIUS bietet Ihnen die Möglichkeit, über ein real existierendes Netzwerk mehrere FILIUS-Programme miteinander zu vernetzen und damit Netzwerksignale im real existierenden Netzwerk zu versenden<sup>6</sup>. Dafür müssen alle beteiligten FILIUS-Programme ein Modem (  ) im jeweils eigenen virtuellen Netzwerk einbinden. In einem der beteiligten virtuellen Netzwerke muss in den Einstellungen das Modem als Empfänger eingestellt werden, indem das Häkchen vor "Auf eingehende Verbindungsanfrage warten" gesetzt wird und über den Button "Aktivieren" die Annahme der Verbindungen bestätigt wird.



<sup>6</sup> Voraussetzung zur Nutzung dieser Funktionalität ist, dass entsprechende Verbindungen nicht durch lokale Firewalls unterbunden werden.

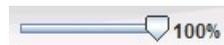
Alle Modems der anderen beteiligten virtuellen Netzwerke können nun über die real existierende Netzwerk-IP des Empfänger-Modems eine reale Netzwerkverbindung aufbauen. Alle verbundenen Modems zeigen den erfolgreichen Verbindungsaufbau durch einen kleinen grünen Punkt an.

## Der Aktionsmodus

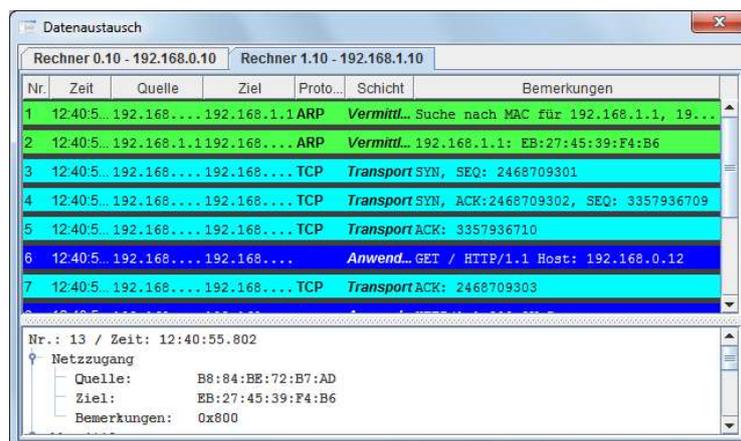
FILIUS erlaubt es Ihnen im Aktionsmodus, Software auf den einzelnen Computern zu installieren, deinstallieren und zu starten. Bitte wechseln Sie dafür in diesen Modus, indem Sie auf den grünen Pfeil klicken ()

Die Software ist vorwiegend dazu gedacht, Netzwerkaktivitäten auf unterschiedlichen Ebenen des Schichtenmodells sichtbar zu machen.

Die Veranschaulichung der Netzwerkaktivität kann mithilfe des Reglers



in der Geschwindigkeit variiert werden. Dazu gehört zum einen die Darstellung der Netzwerksignale an den Leitungen als auch die Darstellung der Signale im Schichtenmodell, welches man für jeden Rechner mithilfe der rechten Maustaste aufrufen kann.



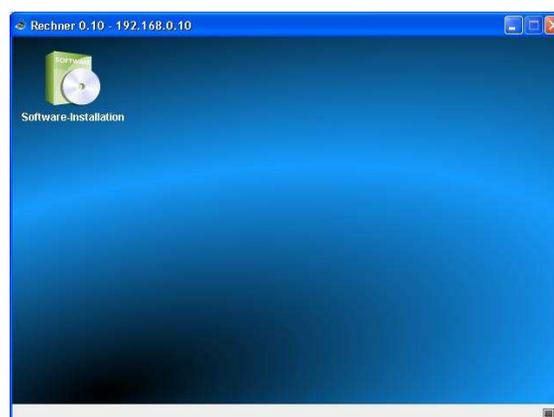
Nr.	Zeit	Quelle	Ziel	Proto...	Schicht	Bemerkungen
1	12:40:5...	192.168...	192.168.1.1	ARP	Vermittl...	Suche nach MAC für 192.168.1.1, 19...
2	12:40:5...	192.168.1.1	192.168...	ARP	Vermittl...	192.168.1.1: EB:27:45:39:F4:B6
3	12:40:5...	192.168...	192.168...	TCP	Transport	SYN, SEQ: 2468709301
4	12:40:5...	192.168...	192.168...	TCP	Transport	SYN, ACK:2468709302, SEQ: 3357936709
5	12:40:5...	192.168...	192.168...	TCP	Transport	ACK: 3357936710
6	12:40:5...	192.168...	192.168...		Anwend...	GET / HTTP/1.1 Host: 192.168.0.12
7	12:40:5...	192.168...	192.168...	TCP	Transport	ACK: 2468709303

Nr.: 13 / Zeit: 12:40:55.802

Netzzugang

- Quelle: B8:84:BE:72:B7:AD
- Ziel: EB:27:45:39:F4:B6
- Bemerkungen: 0x800

Doch bevor Sie eine Netzwerkaktivität beobachten können ist es notwendig, Software zu installieren. Mithilfe eines Doppelklicks auf einen Computer oder über dessen Kontextmenü gelangen Sie auf den Desktop des jeweiligen Computers:



Über das Symbol zur Software-Installation () können Sie nun beliebige Software installieren () oder deinstallieren (). Im Folgenden sollen auch hier zunächst die Funktion der einzelnen Netzwerkanwendungen allgemein erläutert werden. Eine Konkretisierung erfolgt dann im Kapitel zum Aufbau und Test von Netzwerken.

## **Netzwerkanwendungen von FILIUS**

FILIUS unterscheiden drei Arten von Anwendungen: Client-Anwendungen, Server-Anwendungen und Systemanwendungen. Diese werden nun den jeweiligen Gruppen entsprechend kurz vorgestellt.

### **Systemanwendungen von FILIUS**

Der Datei-Explorer : Diese Anwendung ermöglicht es Ihnen, real existierende Dateien von Ihrer Festplatte auf den virtuellen Computer zu übertragen.

Die Befehlszeile : Über diese Anwendung haben Sie die Möglichkeit, Systembefehle über eine Kommandozeile abzusetzen. Eine Liste der verfügbaren Befehle wird Ihnen nach dem Start des Terminals angezeigt.

Der Text-Editor : Mit Ihm können Sie einfache Textdateien z. B. html-Dateien erstellen und bearbeiten. Natürlich können Sie auch zuvor mit dem Datei-Explorer importierte Dateien verändern.

Die Fire-Wall : Hier können Sie Ihre Firewall einrichten, indem Sie bestimmte Ports netzwerkintern oder netzwerkübergreifend sperren oder öffnen.

Der Bildbetrachter : Dieses Programm erlaubt es Ihnen ein Bild zu öffnen und zu betrachten.

### **Client-Anwendungen von FILIUS**

E-mail-Programm : Diese Anwendung ermöglicht es Ihnen, Emails virtuell zu versenden und zu empfangen.

Webbrowser : Mit ihm können Sie Webseiten betrachten. Der Browser kann mit den wichtigsten html-Befehlen umgehen.

Einfacher Client : Der Client dient dazu, mit einem Server in Kontakt zu treten. Diese Software ermöglicht einen einfachen Test, ob das Netzwerk betriebsbereit ist.

Gnutella : Mithilfe dieser Peer-To-Peer-Anwendung können Sie Dateien in einem virtuellen Netzwerk teilen.

## Server-Anwendungen von FILIUS

DNS-Server : Mit ihm können Sie eine Entschlüsselung der symbolischen URLs in zugehörige IPs simulieren.

E-mail-Server : Diese Anwendung erlaubt es Ihnen, mehrere Email-Konten einzurichten, welche dann von den Email-Programmen aus genutzt werden.

Webserver : Hiermit machen Sie einen Computer zu einem Webserver, so dass andere Rechner mithilfe des Webbrowsers auf die Seiteninhalte dieses Computers zugreifen können. Eine voreingestellte index.html finden Sie im virtuellen Verzeichnis root/webserver

Echo-Server : Einmal gestartet spiegelt der Echo-Server alle eingehenden Nachrichten an die jeweiligen Clients zurück.

## Der Dokumentationsmodus

Seit der Version 1.6.0 ermöglicht es FILIUS, Netzwerkstrukturen zu dokumentieren und symbolisch zu gruppieren. Bitte wechseln Sie dafür in diesen Modus, indem Sie auf den Bleistift klicken (  ).

### ***Dokumentationsmöglichkeiten***

FILIUS bietet in diesem Modus zwei verschiedene Möglichkeiten, das virtuelle Netzwerk zu dokumentieren, welche hier kurz vorgestellt werden sollen. Im weiteren Verlauf dieses Skripts wird nicht weiter auf Dokumentationsmöglichkeiten eingegangen, dem Leser steht es aber selbstverständlich frei, eigene virtuelle Netzwerke sinnvoll zu dokumentieren.

Mithilfe von Textfeldern (  ) können ergänzende Informationen in das virtuelle Netzwerk eingefügt werden. Die Textfelder haben keinen Einfluss auf die Eigenschaften des Netzwerks im Entwurfsmodus oder auf die Netzwerkaktivitäten im Aktionsmodus.

Das Gleiche gilt für die Gliederungsflächen (  ). Sie dienen dazu, einzelne Teile des virtuellen Netzwerks symbolisch zu gruppieren. Die Flächen können an den Rändern auf die passende Größe gezogen werden und werden nach Verlassen des Dokumentationsmodus hinter die Bauteile gelegt.

Mit der Schaltfläche Exportieren (  ) wird das virtuelle Netzwerk als Portable Network Graphic (PNG-Datei) gespeichert.