

Inhalt

| | |
|---|----|
| Das Netzwerk-Simulationsprogramm "Filius" | 1 |
| Unser erstes kleines Netzwerk | 1 |
| Automatische Adressverwaltung: der DHCP Server | 5 |
| Internet-Anbindung: Standard-Gateway | 8 |
| Internet-Verbindung verkabeln | 10 |
| Webserver (http Server) installieren..... | 12 |
| DNS Server installieren | 14 |
| Forschungsprojekt: den eigenen Internet-Router erforschen | 18 |

Das Netzwerk-Simulationsprogramm "Filius"

Mit diesem Computerprogramm kannst du den Aufbau eines Netzwerks üben, ohne Geräte kaufen zu müssen. Es gibt Versionen für Windows, Linux und Mac.

Du kannst es von der [Comenius-Informatik Webseite](#) herunterladen, oder direkt vom Hersteller [Lernsoftware-Filius](#).

Filius hat zwei Betriebsarten:



Der **Entwurfsmodus**. In diesem Modus kannst du das Netzwerk verändern, also Geräte hinzufügen, Kabel einstecken, und Konfigurationen eingeben.



Der **Aktionsmodus**. In diesem Modus kannst du testen, ob die Geräte sich wie gewünscht verbinden und miteinander Daten austauschen können. Dazu musst du manchmal noch Software auf den Geräten installieren, auch das machst du im Entwurfsmodus.

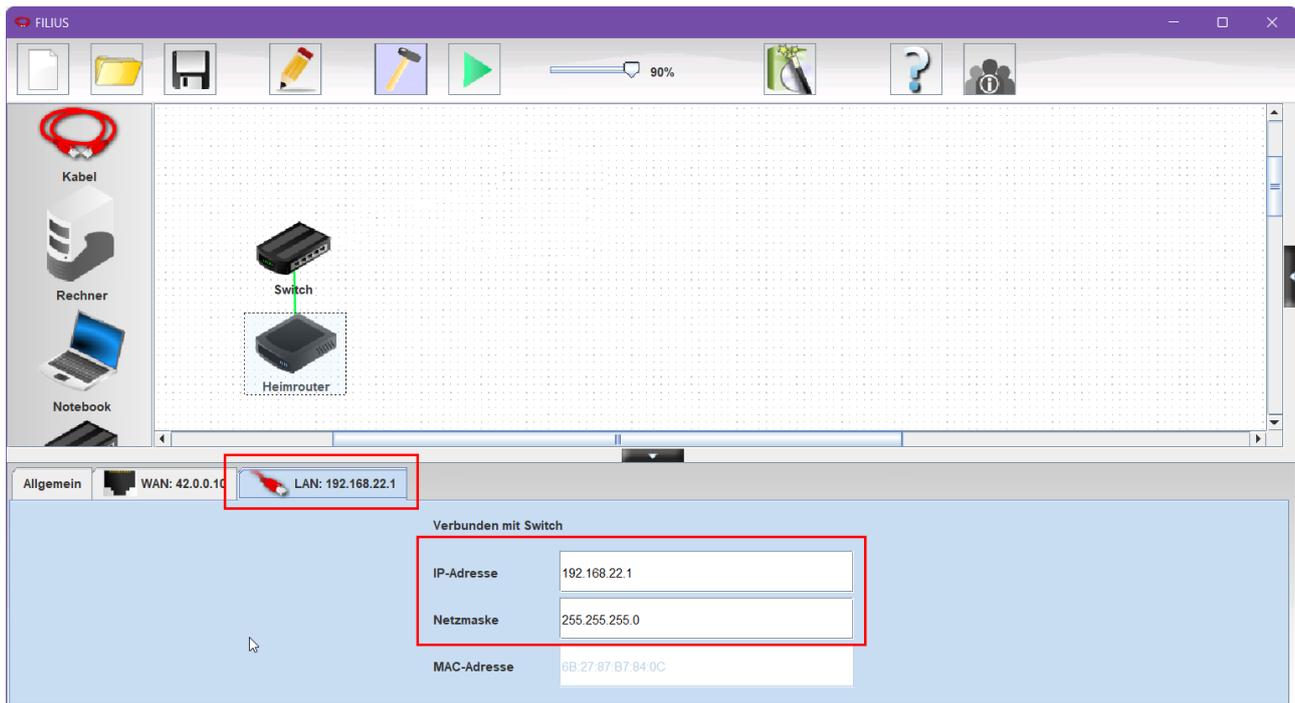
Unser erstes kleines Netzwerk

Dieses Netzwerk besteht nur aus einem Internet-Router, und einem Switch. Erinnerung: Router für Heimvernetzung haben den Switch bereits eingebaut, aber Filius kennt keine solchen Kombinationsgeräte, also zeichnen wir zwei Geräte und verbinden sie, das ergibt dasselbe.

Ich wähle die **Netzwerkadresse 192.168.22** mit der **Subnetzmaske 255.255.255.0**.

Der Router bekommt von mir die Geräteadresse 192.168.22.1. Der Switch braucht keine IP-Adresse.

Ziehe im Entwurfsmodus einen Heimrouter und einen Switch in dein Netz, und verbinden die beiden mit einem Kabel. Achte darauf, den richtigen Anschluss ("LAN") zu verbinden.

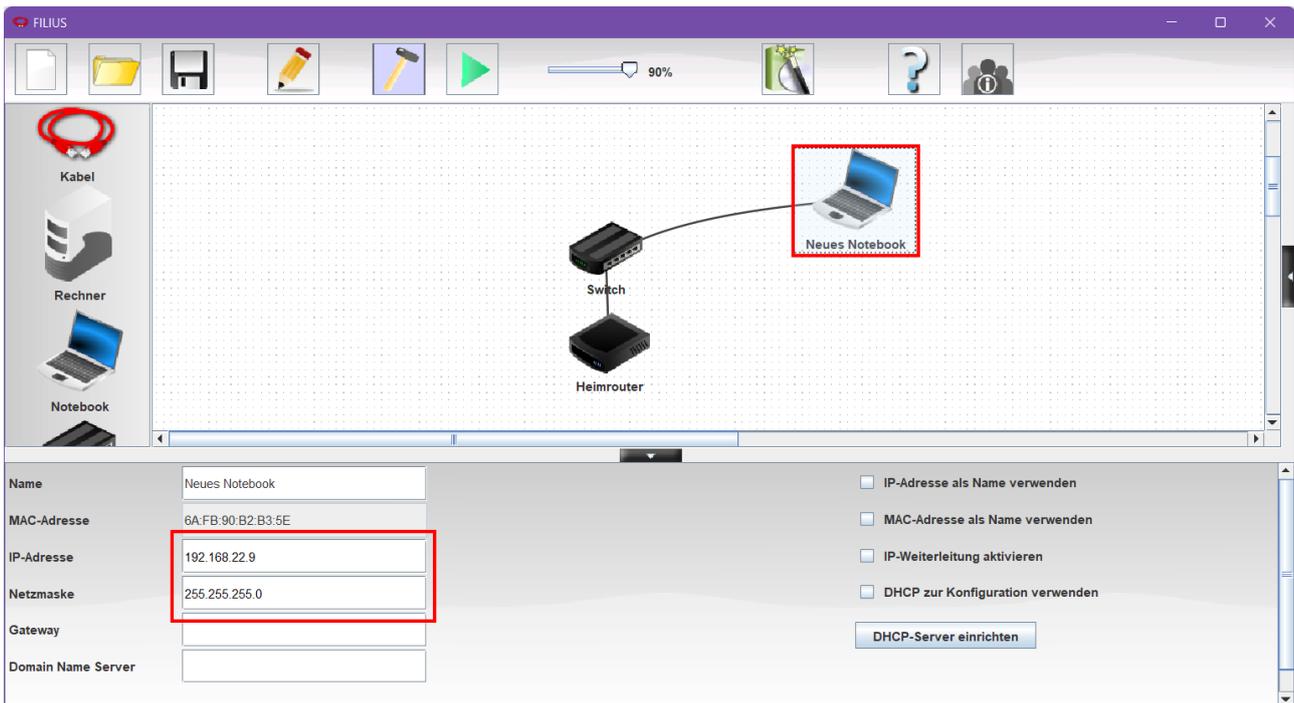


Klicke auf den Router, und gib folgende Konfigurationen ein:

LAN: IP-Adresse: 192.168.22.1, Netzmaske: 255.255.255.0

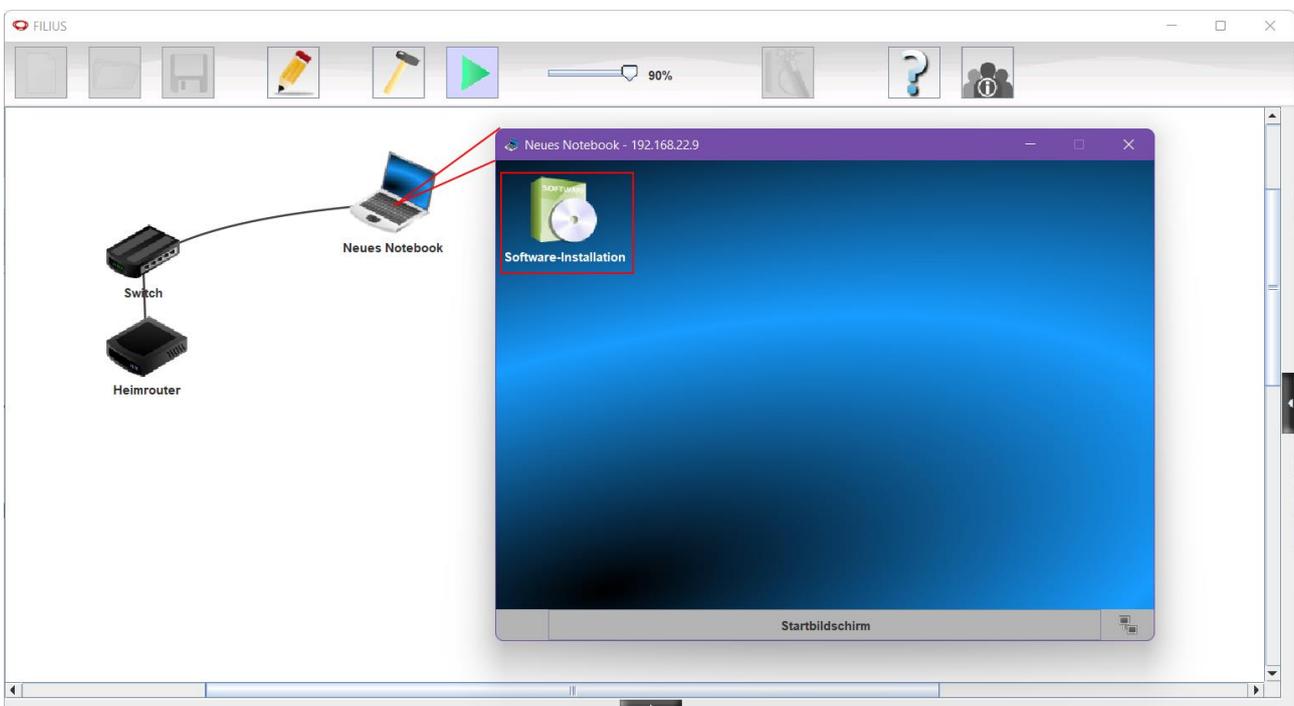
Das wars schon, die LAN Schnittstelle des Routers ist betriebsbereit. Jetzt müssen wir noch einen Computer anschließen, um das Netzwerk zu testen. Nimm als Beispiel ein Notebook.

Da wir noch keinen DHCP-Server im Netzwerk eingerichtet haben, müssen wir das Notebook von Hand so konfigurieren, dass es den Router erreichen kann. Dazu benötigt es eine passende Geräteadresse. Die Geräteadresse 192.168.22.1 habe ich schon dem Router gegeben. Es bleiben noch übrig: 192.168.22.2 ... 192.168.22.254. Damit du siehst, dass die Adressen nicht lückenlos sein müssen, nehme ich die 192.168.22.9.

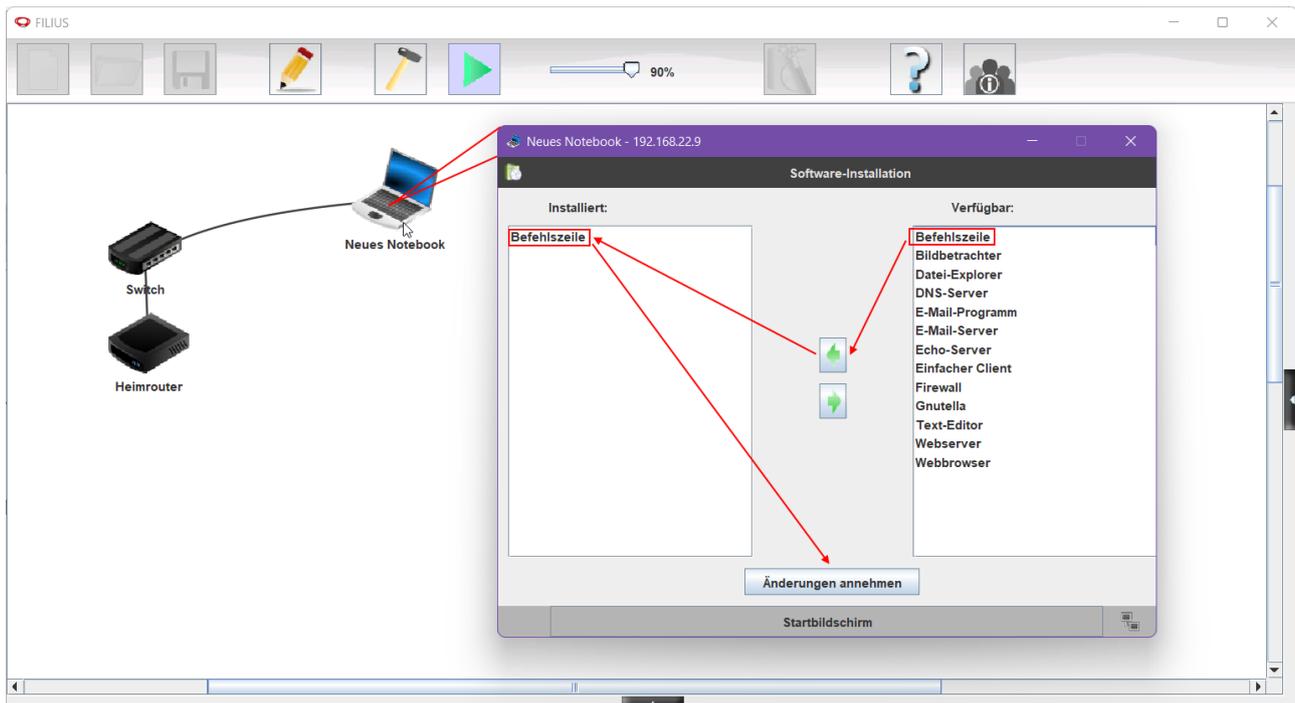


Mit dem Standardnamen "Neues Notebook" bin ich im Moment einverstanden. Die IP-Adresse 192.168.22.9 und die Netzmaske 255.255.255.0 trage ich von Hand ein. Und jetzt noch testen. Wir müssen dazu die "Befehlszeile" hinzufügen, um das Testprogramm "Ping" ausführen zu können.

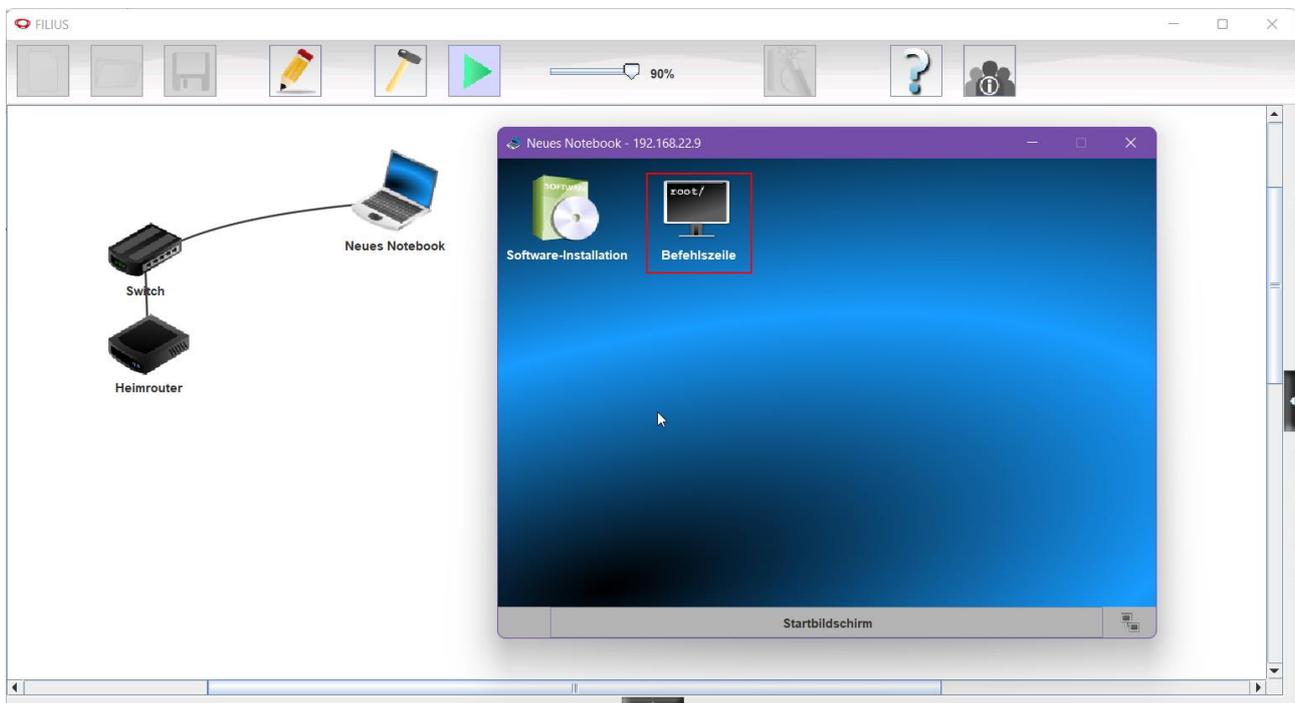
Dazu wechsele in den Aktionsmodus, und doppelklicke auf "Neues Notebook" – "Software-Installation".



In den darauffolgenden Listen kannst du die "Befehlszeile" von der Liste "Verfügbar" wählen und mit dem grünen Pfeil zur Liste "Installiert" hinzufügen.

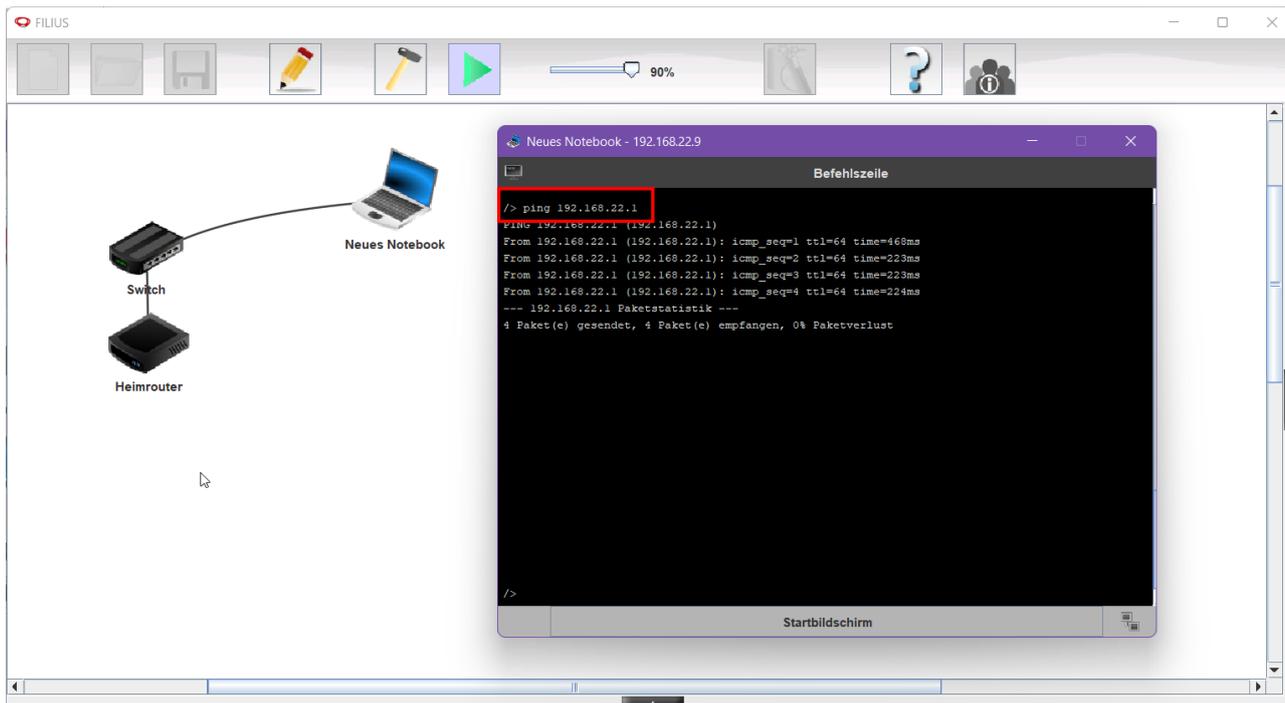


Wähle "Änderungen annehmen", und jetzt kannst du die "Befehlszeile" mit einem Doppelklick öffnen.



Erinnere dich: das Notebook hat die Geräteadresse 192.168.22.9. Man testet, indem man Testpakete zu einem anderen Gerät sendet und sehen, ob sie beantwortet werden. Wir haben im Moment nur ein einziges anderes Gerät, den Router mit der Adresse 192.168.22.1.

Gib als Testbefehl ein: "ping 192.168.22.1", und drücke die Eingabetaste.

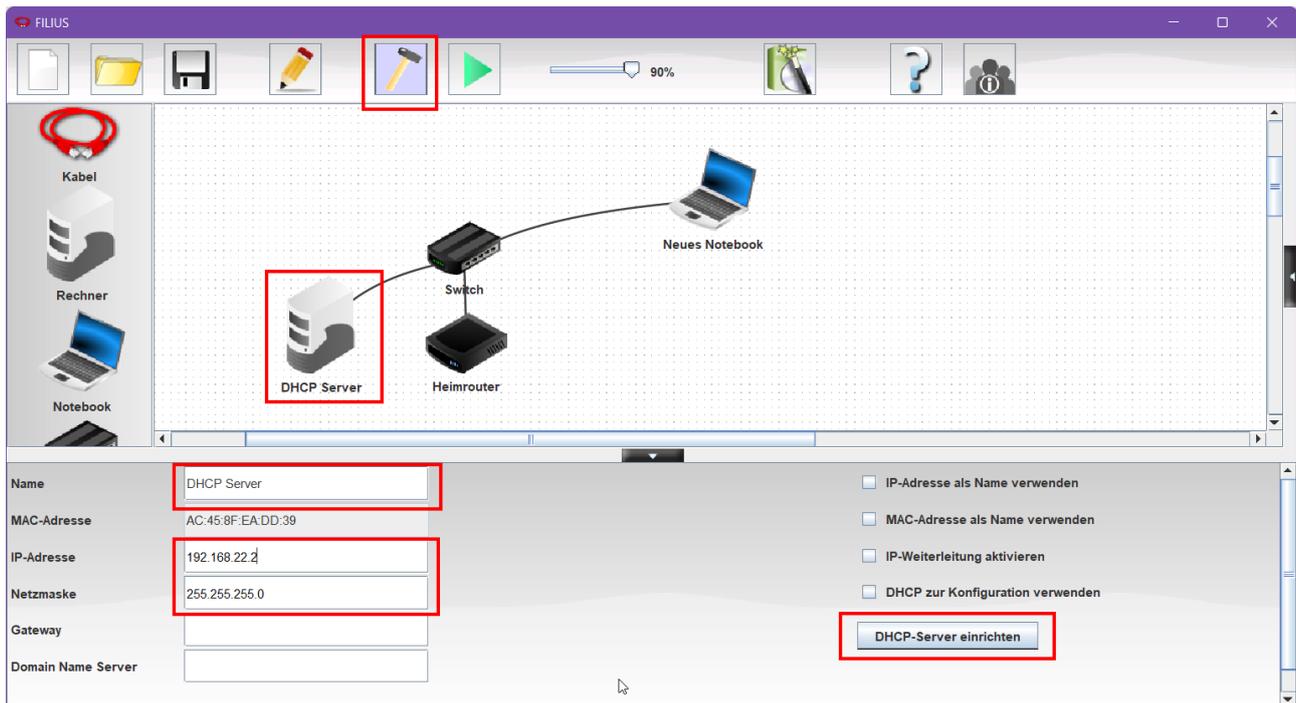


Wenn du bis hierher alles richtig gemacht hast, bekommst du vier erfolgreiche "Ping" Antworten von 192.168.22.1. Beachte, dass die Netzkabel grün aufblitzen, so kannst du sehen, über welche Kabel die Testpakete geleitet werden.

Automatische Adressverwaltung: der DHCP Server

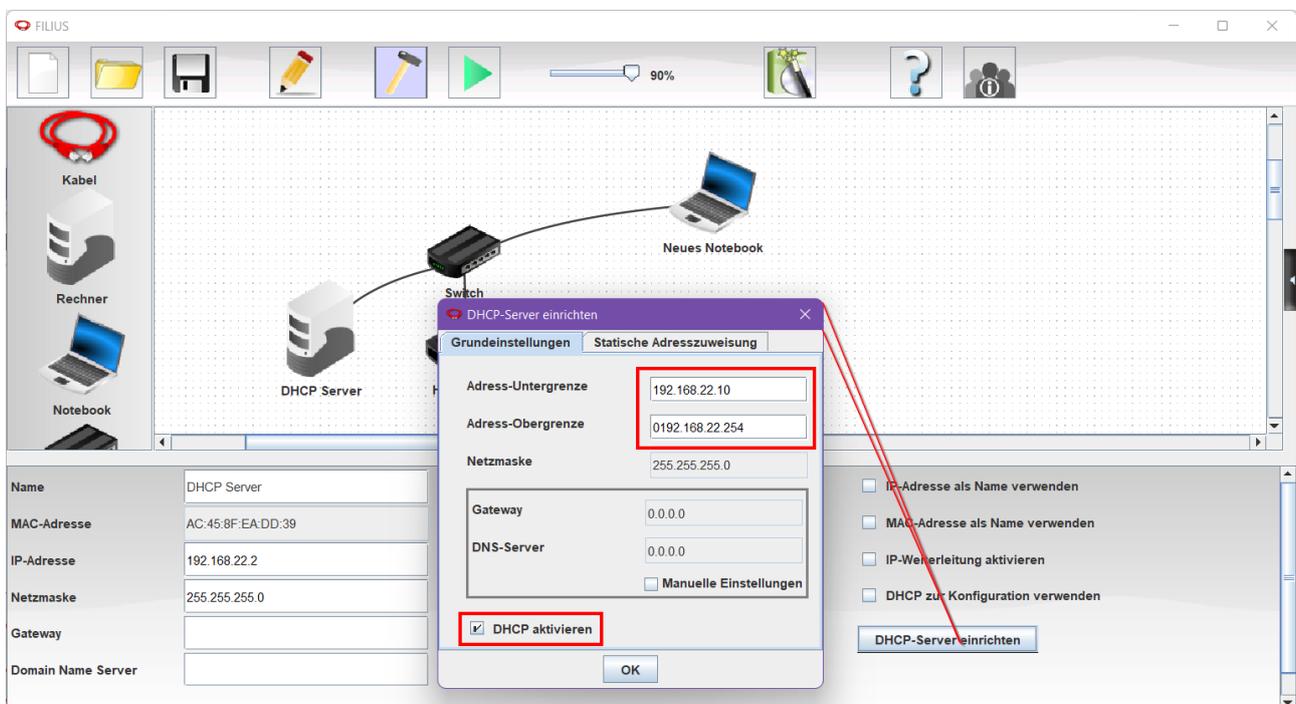
Jetzt wollen wir noch mehr Geräte anschließen. Alle Geräte von Hand einstellen kommt gar nicht in Frage. Deswegen bauen wir einen DHCP-Server hinzu. Er soll neuen Geräten automatisch eine gültige IP-Adresse zuweisen.

Im Heimnetz wäre der DHCP-Server bereits im Router mit eingebaut, ich müsste ihn nur noch richtig einstellen. In Filius muss ich den DHCP-Dienst auf einem extra Computer installieren. Also füge ich einen neuen Computer hinzu, und gebe ihm den Namen "DHCP-Server". Ihm gebe ich die IP-Adresse 192.168.22.2, und aktiviere die Funktion "DHCP-Server".

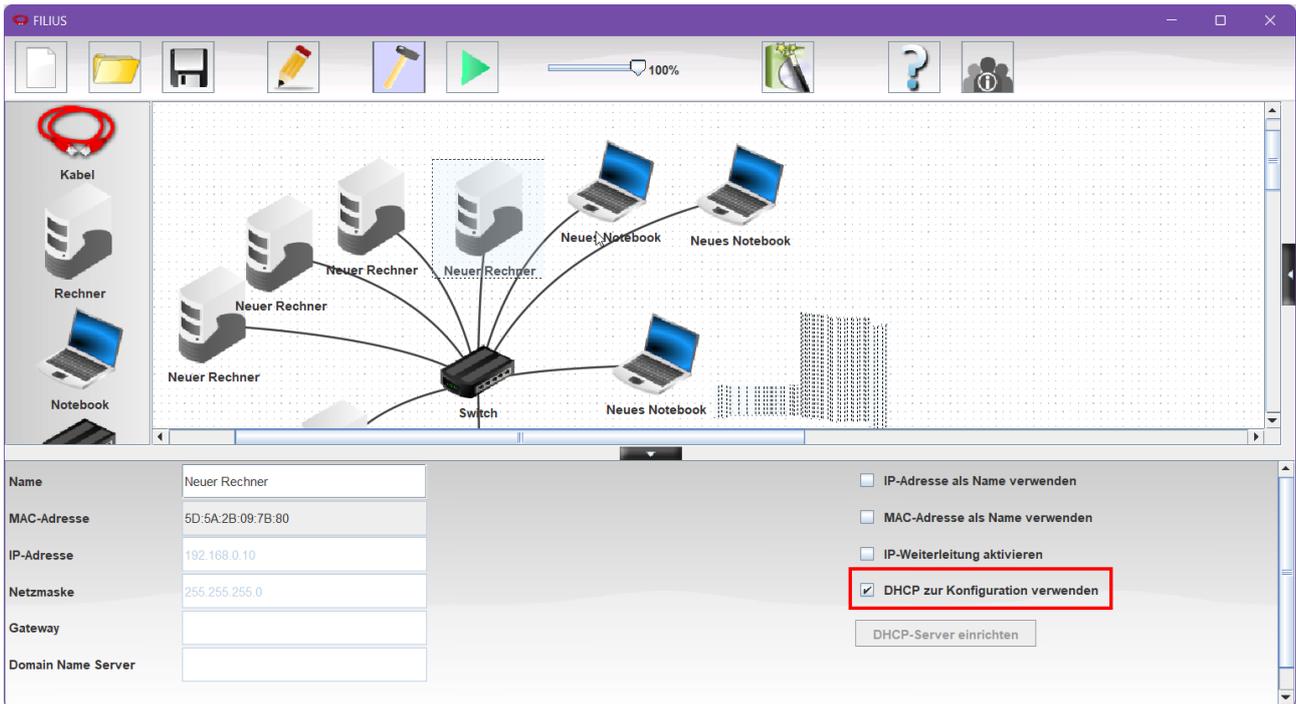


Klicke auf "DHCP-Server einrichten", und gib die IP-Adressen ein, die der DHCP Server an neu hinzugefügte Geräte vergeben soll. Wir haben bereits die 192.168.22.1, die 192.168.22.2 und die 192.168.22.9 verbraucht.

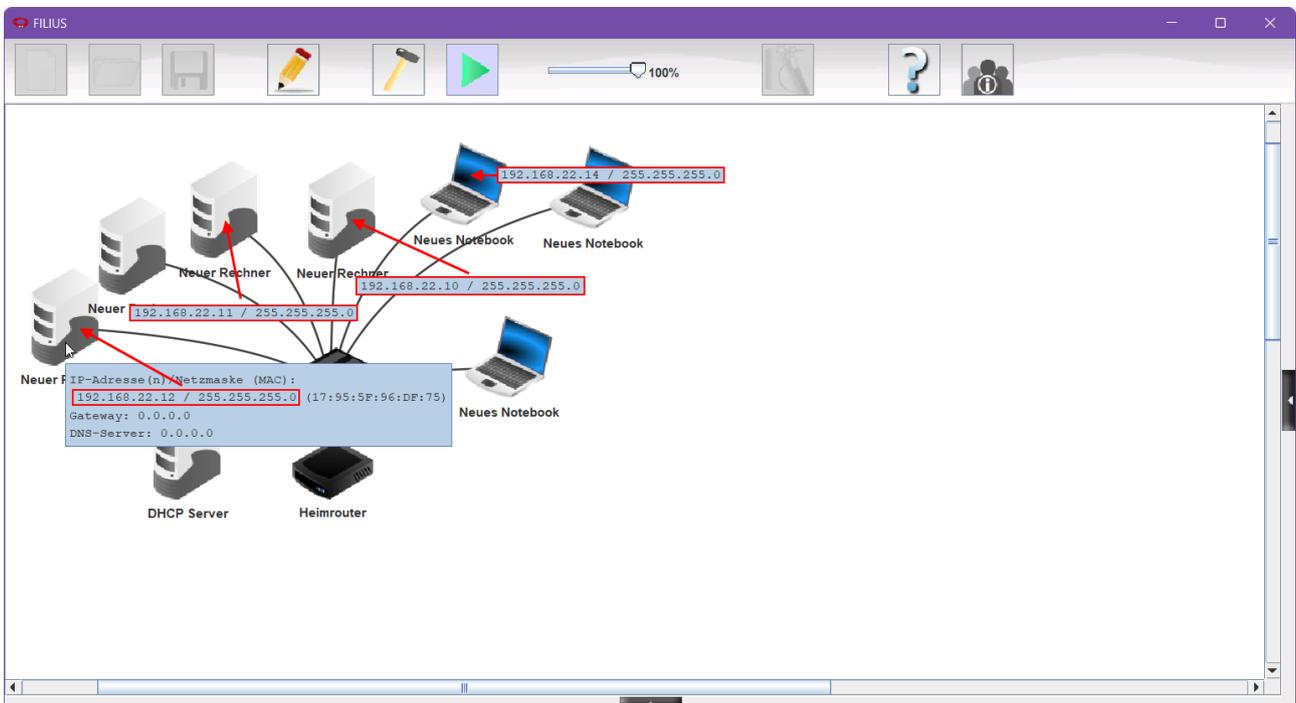
Ich gebe dem DHCP-Server daher die Adressen 192.168.22.10 bis 192.168.22.254. Die Adressen 3 bis 8 bleiben im Moment also ungenutzt.



Fertig. Und jetzt füge ich eine beliebige Anzahl neuer Computer hinzu. Statt IP-Adressen einzugeben, aktiviere ich bei jedem neuen Computer nur noch "DHCP zur Konfiguration verwenden".



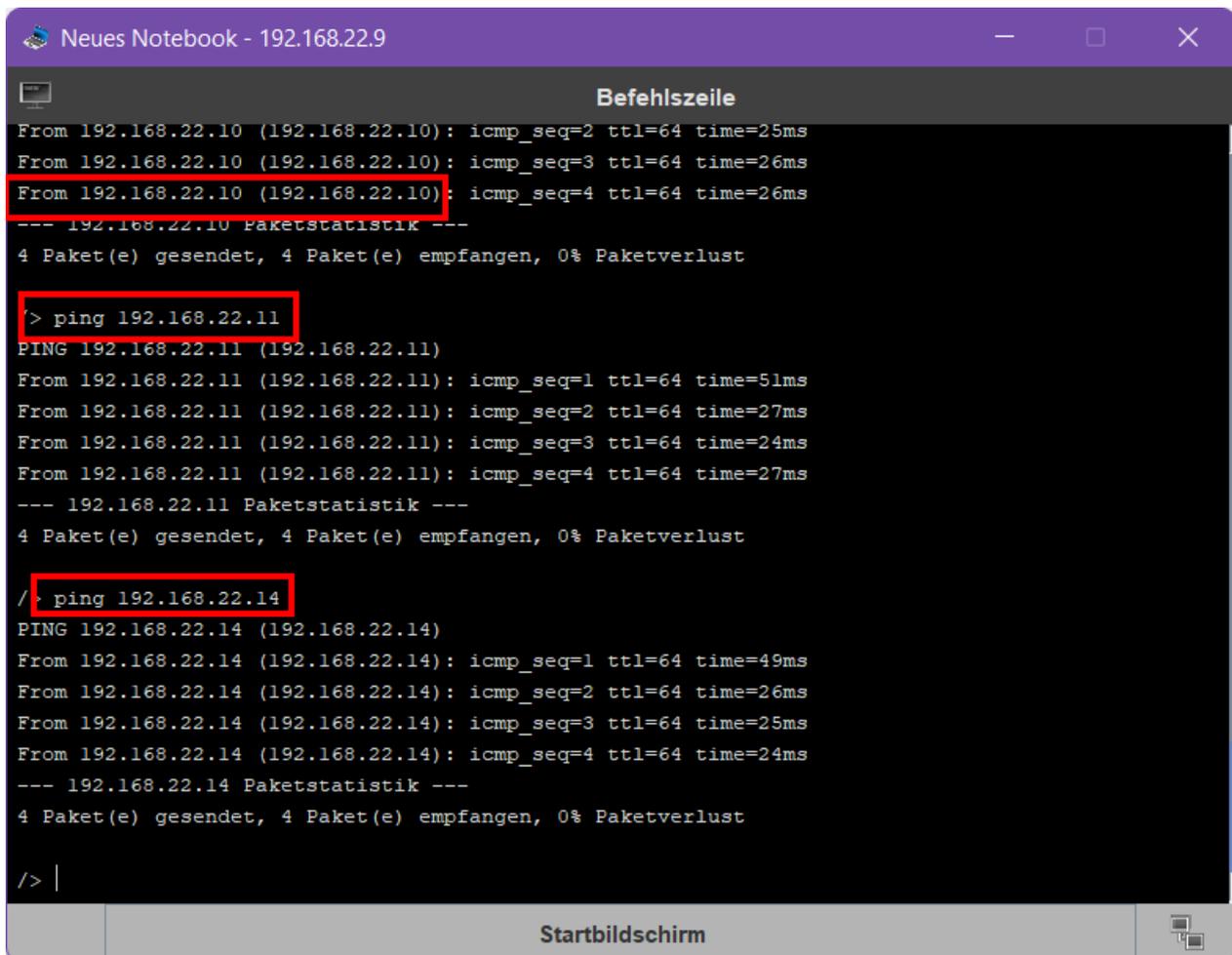
Und das wars schon. Wir testen das neue Netzwerk, wechsele dazu in den Aktionsmodus. Nach einigen Sekunden Wartezeit bekommen alle neuen Computer automatisch korrekte IP-Adressen. Wenn du die Maus auf einen bestimmten Computer schiebst, kannst du die IP-Adresse, die er bekommen hat, sehen.



Und jetzt machen wir noch schnell eine Runde Ping-Tests, ich verwende als Testcomputer wieder das Notebook von vorher.

Kurz überlegen: hinzugekommen sind 192.168.22.10, 192.168.22.11, 192.168.22.12, 192.168.22.13, 192.168.22.14 und 192.168.22.15. Ich teste die mal.

ping 192.168.22.10 [Eingabetaste]
ping 192.168.22.11 [Eingabetaste]
ping 192.168.22.12 [Eingabetaste]
ping 192.168.22.13 [Eingabetaste]
ping 192.168.22.14 [Eingabetaste]
ping 192.168.22.15 [Eingabetaste]



```
Neues Notebook - 192.168.22.9
Befehlszeile
From 192.168.22.10 (192.168.22.10): icmp_seq=2 ttl=64 time=25ms
From 192.168.22.10 (192.168.22.10): icmp_seq=3 ttl=64 time=26ms
From 192.168.22.10 (192.168.22.10): icmp_seq=4 ttl=64 time=26ms
--- 192.168.22.10 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust

> ping 192.168.22.11
PING 192.168.22.11 (192.168.22.11)
From 192.168.22.11 (192.168.22.11): icmp_seq=1 ttl=64 time=51ms
From 192.168.22.11 (192.168.22.11): icmp_seq=2 ttl=64 time=27ms
From 192.168.22.11 (192.168.22.11): icmp_seq=3 ttl=64 time=24ms
From 192.168.22.11 (192.168.22.11): icmp_seq=4 ttl=64 time=27ms
--- 192.168.22.11 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust

/> ping 192.168.22.14
PING 192.168.22.14 (192.168.22.14)
From 192.168.22.14 (192.168.22.14): icmp_seq=1 ttl=64 time=49ms
From 192.168.22.14 (192.168.22.14): icmp_seq=2 ttl=64 time=26ms
From 192.168.22.14 (192.168.22.14): icmp_seq=3 ttl=64 time=25ms
From 192.168.22.14 (192.168.22.14): icmp_seq=4 ttl=64 time=24ms
--- 192.168.22.14 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust

/> |
Startbildschirm
```

Super. Die anderen sind auch alle da, aber es passen nicht so viele Ping Ausgaben auf einen Bildschirm.

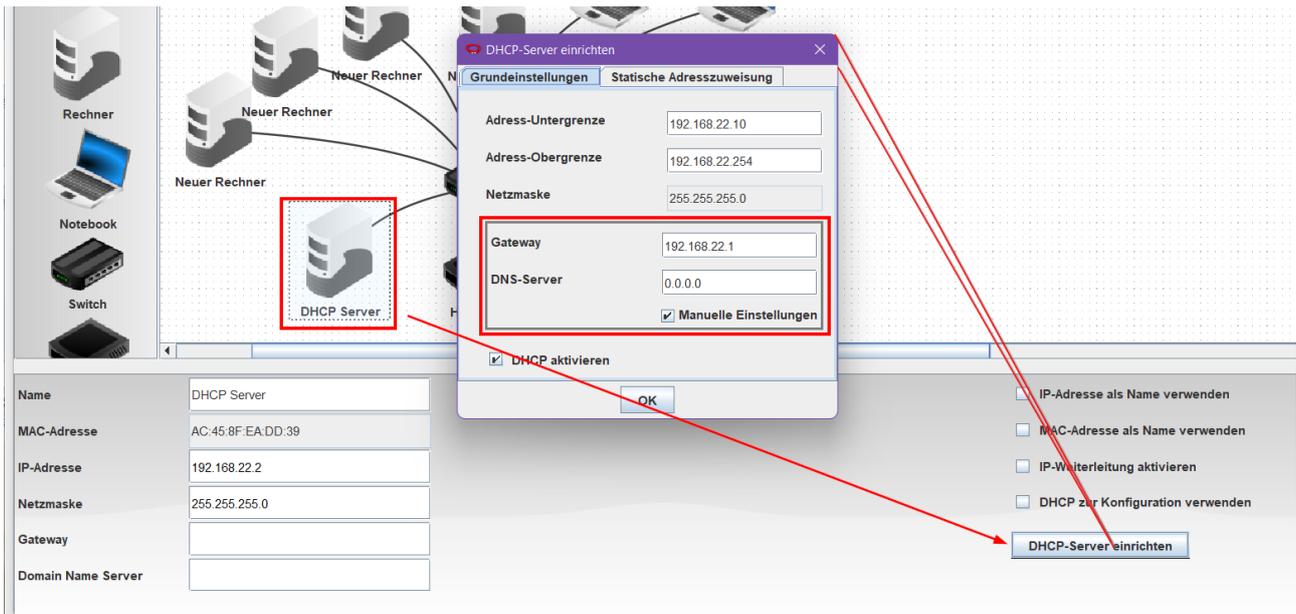
Überlegung: offenbar funktioniert das Netz ganz prima. Heißt das, das alles OK ist? Nicht so ganz, in diesem Netzwerk lauert noch ein tückischer Fehler. Welcher? Na, das Notebook, das ich als erstes hinzugefügt hat, nimmt nicht an DHCP teil. Im Moment spielt das noch keine Rolle, aber das wird ziemlich sicher irgendwann ein Problem werden. Ändere das, und aktiviere auch auf dem Laptop DHCP. Du wirst sehen, er schmeißt die Adresse 192.168.22.9 weg, die wird dann wieder frei, und holt sich vom DHCP-Server die nächste freie Adresse, bei mir wäre das die 192.168.22.16.

Internet-Anbindung: Standard-Gateway

Im ersten Teil des Tutorials habe ich dir gezeigt, wie man ein lokales Netz baut. Jetzt verbinden wir es mit dem Internet. Dazu kommt der Netzwerkstecker vom Internet-Provider in den "WAN" Anschluss des Routers, den wir bisher überhaupt nicht beachtet haben.

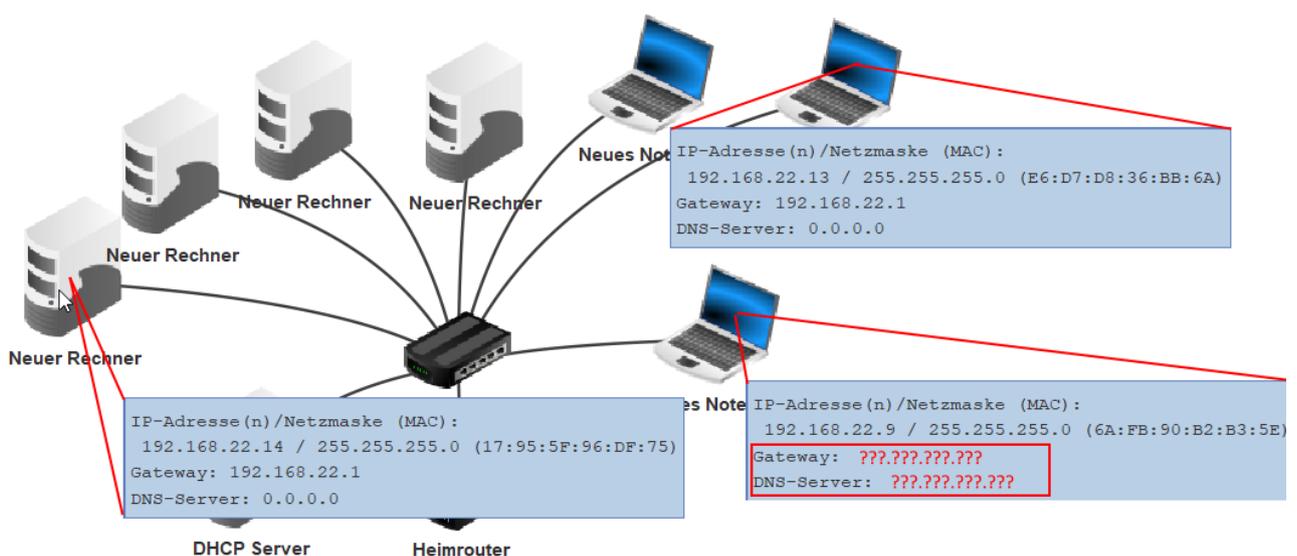
Wir haben zwei Probleme zu lösen:

- Noch wissen die Computer im lokalen LAN Netzwerk nicht, dass sie über den Router in das Internet kommen könnten. Damit sie das erfahren, muss man in jedem Computer die Einstellung "Gateway" (oft auch Standard-Gateway" genannt), auf die LAN IP-Adresse des Routers gesetzt werden. Wenn man bereits einen DHCP Server hat, kann man stattdessen die Einstellung auch in den DHCP Server schreiben. Beim nächsten Start der Simulation holen sich alle Geräte nicht nur eine IP-Adresse vom DHCP-Server, sondern auch die Adresse des Gateways.

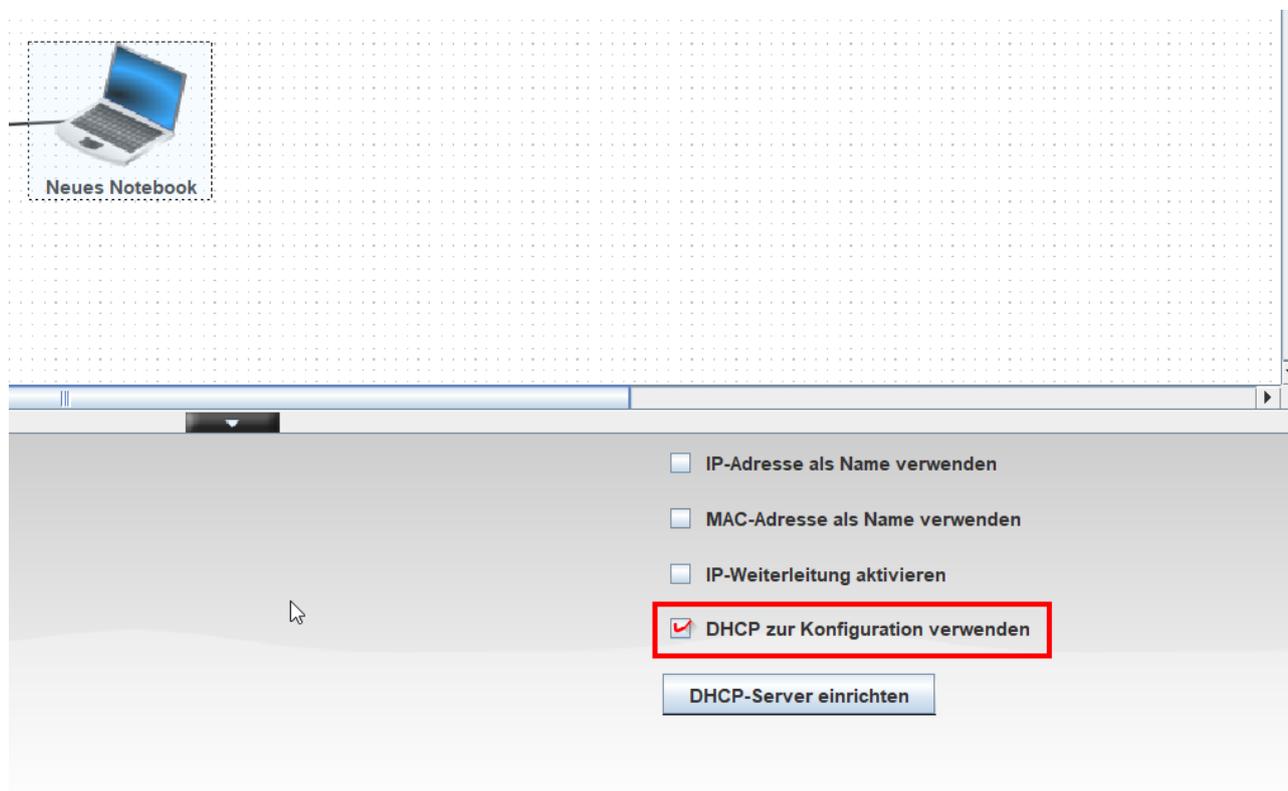


Damit die Gateway-Adresse eingetragen werden kann, muss man das Kontrollkästchen "Manuelle Einstellungen" aktivieren, danach trage ich beim Gateway die 192.168.22.1 ein.

Fertig. Dialog schließen mit "OK", und Simulation starten. Schiebe die Maus über die einzelnen Computer, und schau, ob die IP-Konfiguration ist wie erwartet.



Es passt, bei fast allen. Was ist mit dem Notebook rechts unten? Das hat keine Gateway-Adresse bekommen. Es würde zwar im LAN funktionieren, aber man käme mit ihm nicht ins Internet, weil es nicht weiß, welcher das Gateway ins Internet ist. Wir erinnern uns: klar, das ist dieser allererste Rechner, der nicht auf DHCP eingestellt war, weil es damals, als wir es angeschlossen haben, noch gar kein DHCP in diesem Netz gab. Es wird Zeit, das nachzuholen, ich ändere jetzt die Konfiguration dieses Rechners.



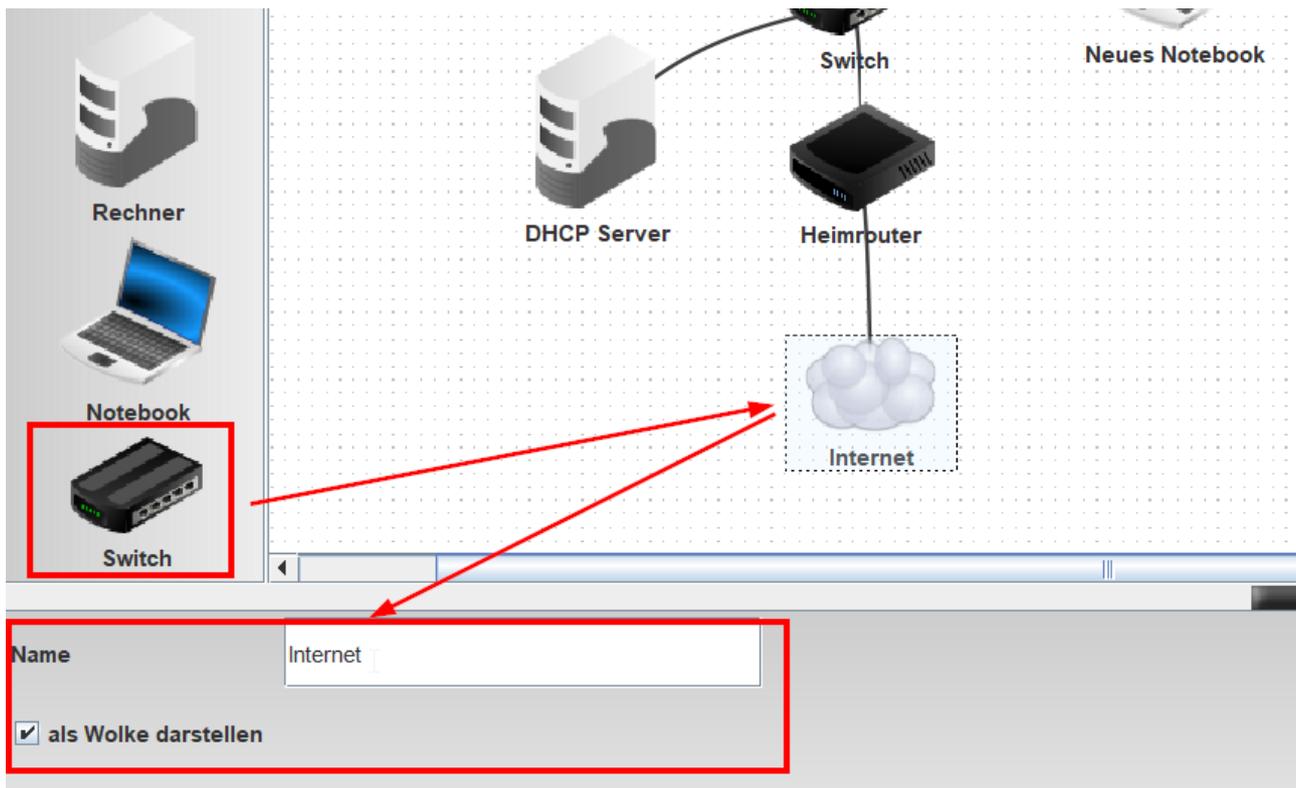
Simulation nochmal starten, Einstellungen des Rechners kontrollieren, und jetzt passt alles. Der Rechner hat sich vom DHCP Server die 192.168.22.16 geholt, und die Gateway-Adresse.

Damit ist das LAN fertig konfiguriert, und wir können im nächsten Schritt daran gehen, das Internet zu simulieren.

Internet-Verbindung verkabeln

Um sich an das Internet zu verbinden, muss das Netzkabel, das vom Internet-Provider kommt (in Deutschland wird es oft "DSL-Kabel" genannt) in die WAN Schnittstelle des Routers gesteckt werden.

Füge also erst einmal einen Switch hinzu, der das Internet symbolisieren soll, und verbinde ihn mit einem Kabel mit der WAN Seite des Heimrouters.



Nenne den Switch "Internet" und aktiviere "ans Wolke darstellen".

Und jetzt bauen wir noch eine Webseite ins Internet, die wir dann mit unseren Testrechnern besuchen wollen. Derjenige, der die Internetseite ins Netz stellt, muss dazu zwei Dinge tun

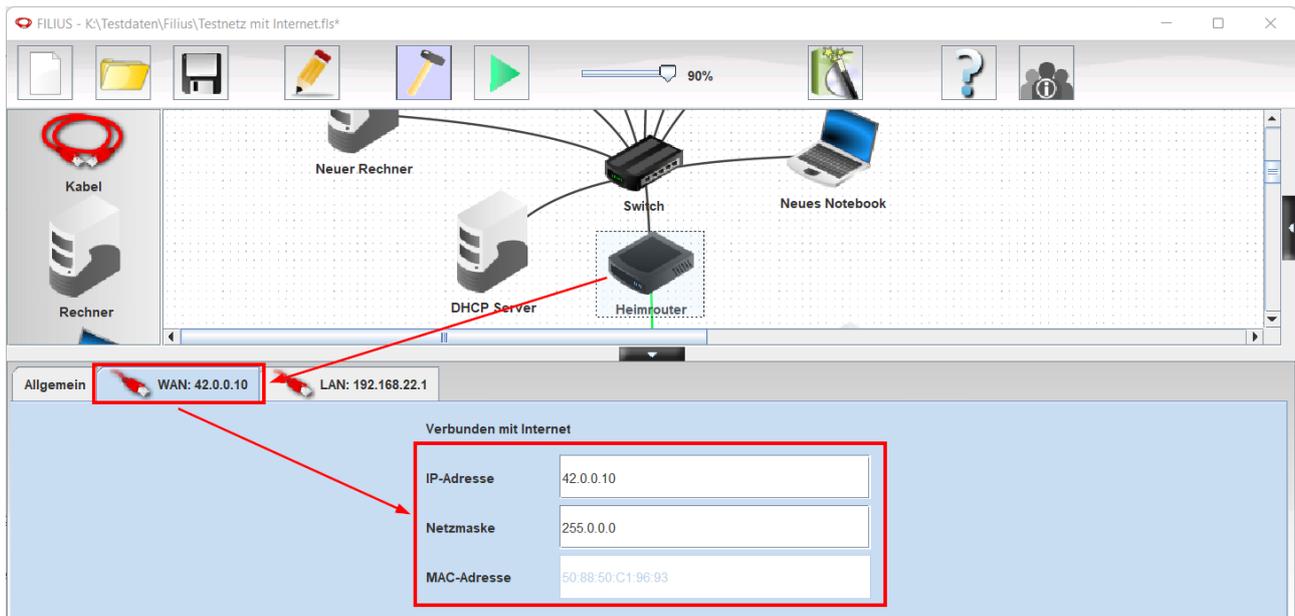
- Er muss eine Webseite (index.http) auf einem Internetserver speichern
- Er muss die IP-Adresse des Heimrouters festlegen, und in den Heimrouter eintragen
- Er muss die IP-Adresse dieses Servers in das DNS System des Internets eintragen
- Die IP-Adressen der Webserver und des DNS-Servers werden von den Providern festgelegt

Um die Simulation richtig einstellen zu können, teile ich dir mit, was der Filius-Provider für Adressen festgelegt hat:

Heimrouter (WAN Schnittstelle)

IP-Adresse: 42.0.0.10 / 255.0.0.0

So konfigurierst du also die WAN-Schnittstelle:



Sobald du das erledigt hast, können alle deine Computer im Internet surfen.

Webserver (http Server) installieren

Du möchtest eigene Webseiten in unser Internet stellen? Dann brauchst du einen Webserver (http Server). Vom Internet-Provider bekommst du wieder Konfigurationsdaten vorgegeben:

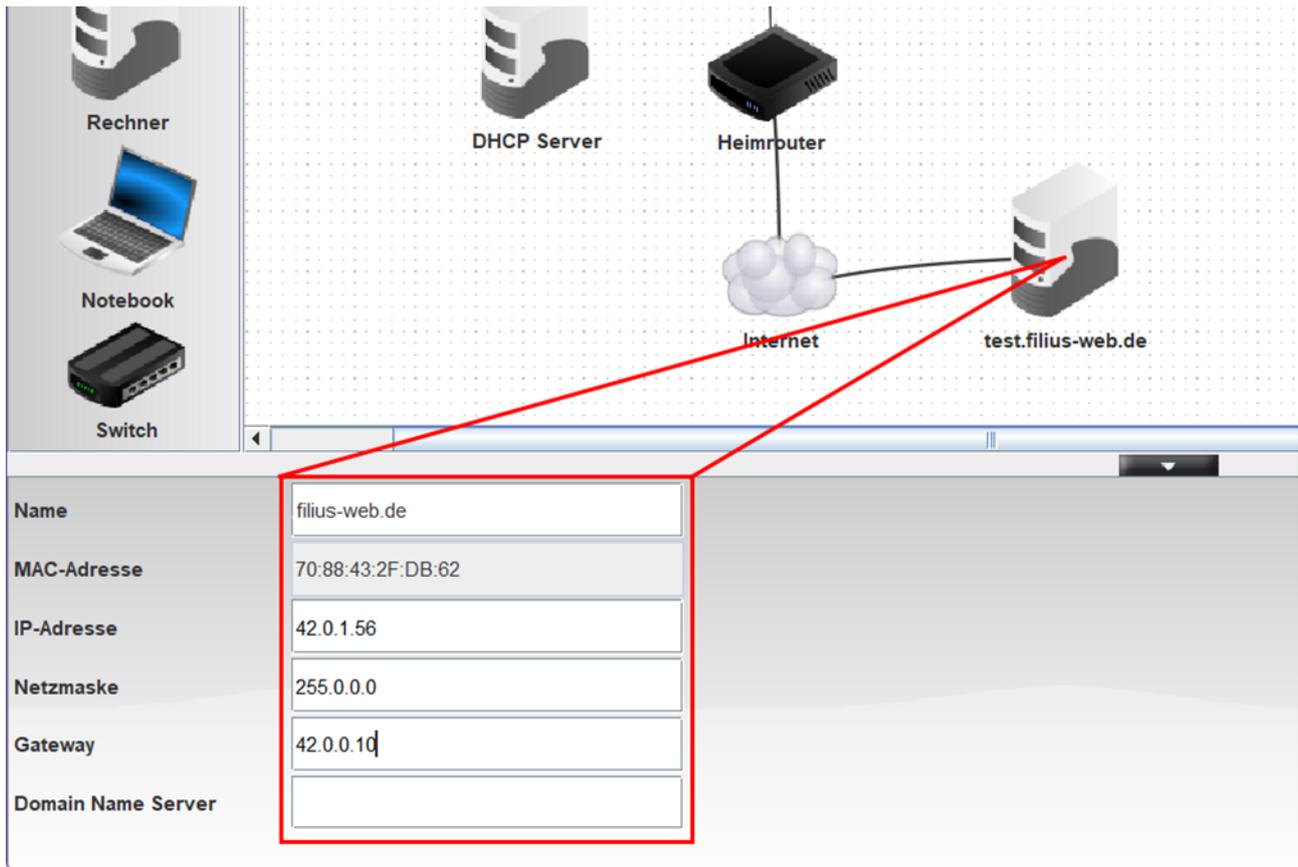
Webserver:

IP-Adresse: 42.0.1.56 / 255.0.0.0

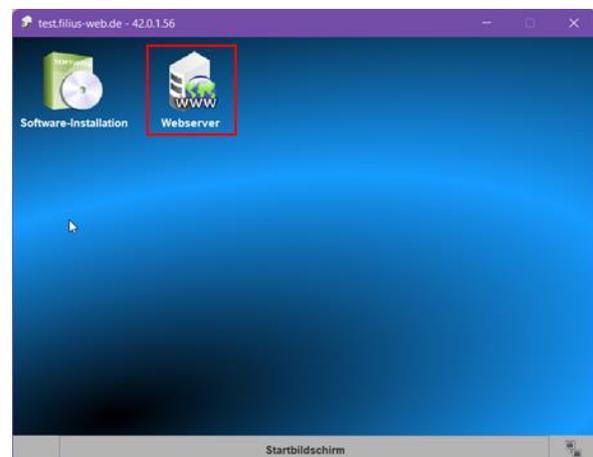
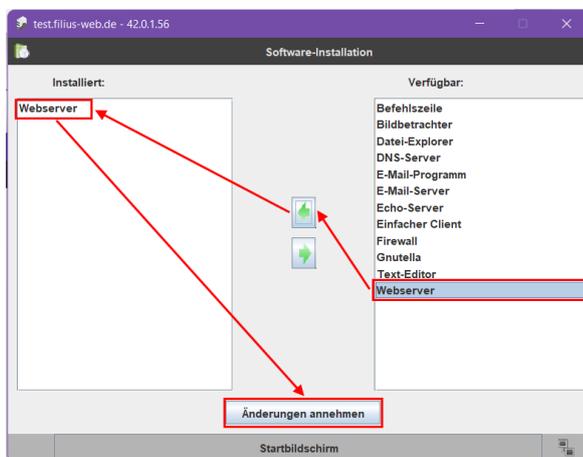
Gateway: 42.0.0.10

Name der Webseite: <http://www.filius-web.de>

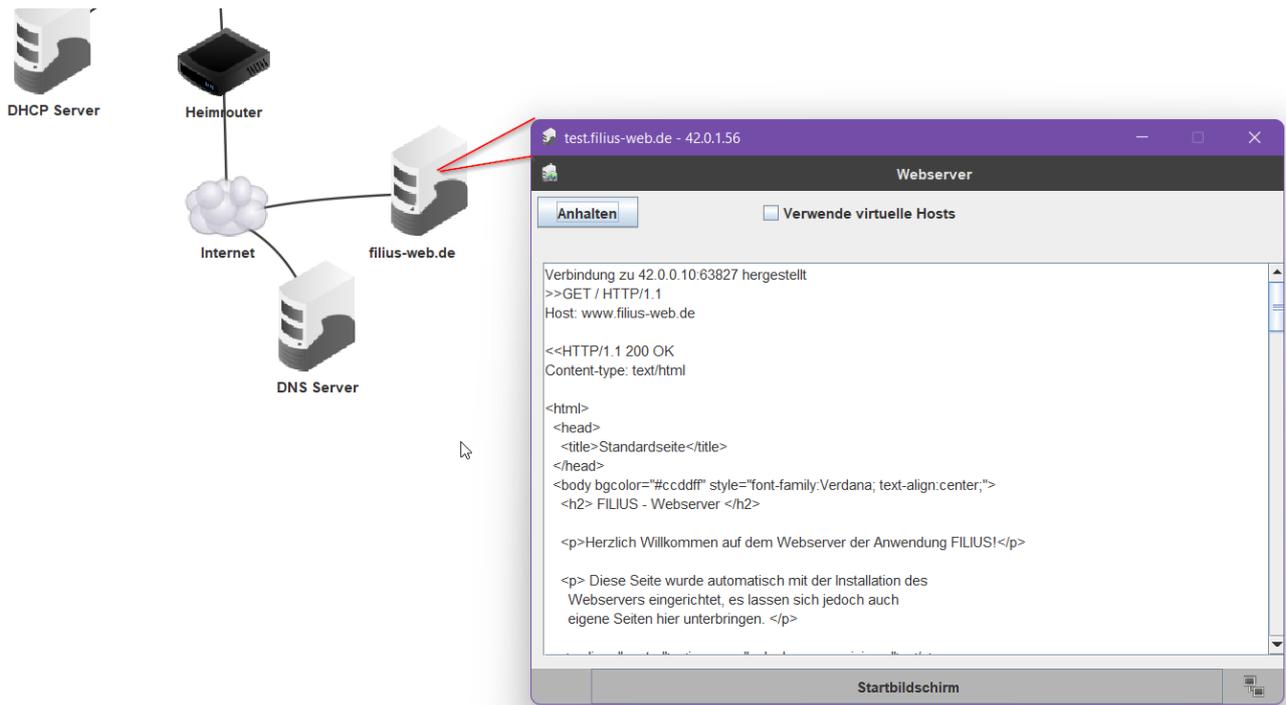
Wir fügen einen Computer hinzu, der deine Webseiten speichern und ins Internet freigeben soll.



Dann muss auf dem Server `www.filius-web.de` der Webserver-Dienst installiert werden.



Klicke auf den Webserver "filius-web.de", und installiere über die Software-Installation die Komponente "Webserver". Wenn das erfolgreich war, doppelklicke das Icon "Webserver", und starte ihn mit einem Klick auf "Starten".



Wenn der Webserver läuft, bekommst du im Statusfenster die Meldung, dass die "Annahme von Verbindungsanfragen gestartet" wurde. Mit anderen Worten: wenn jetzt ein Computer versucht, die Webseite abzurufen, wird der Webserver die von Filius vorinstallierte Datei "index.html" senden.

Wenn du gerne eigene html Dateien in Filius einbauen möchtest, kannst du das mit dem Datei-Explorer tun, der Webserver erwartet seine Dateien im Verzeichnis /root/webserver.

Aber noch ist es nicht ganz so weit, damit entfernte Computer die Webseite "www.filius-web.de" finden können, muss man sie noch in den DNS-Server eintragen. Leider haben wir noch keinen DNS-Server im Netzwerk, wir müssen also wieder einen Computer installieren.

DNS Server installieren

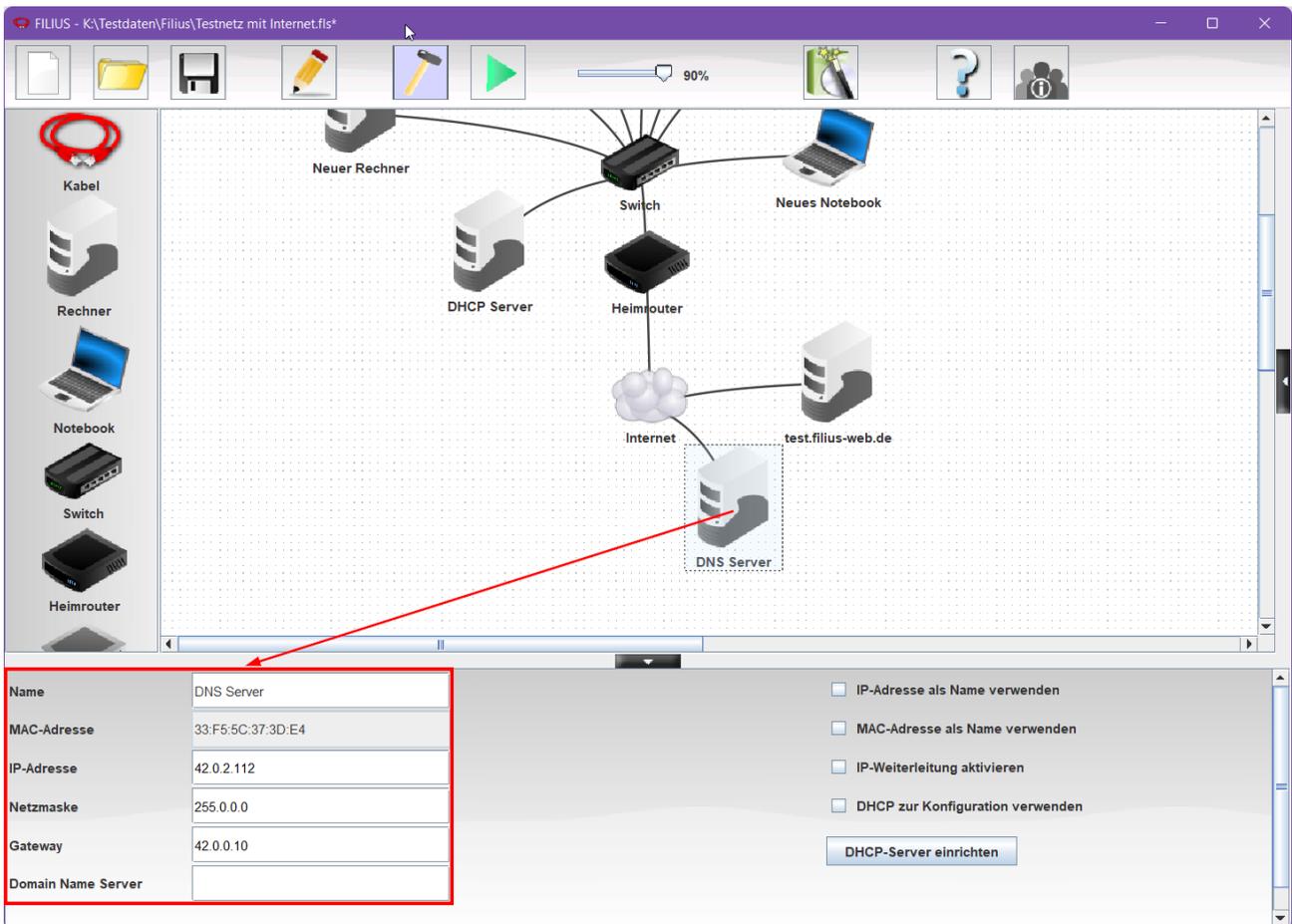
Wieder legt der Internet-Provider die Konfiguration fest:

DNS Server:

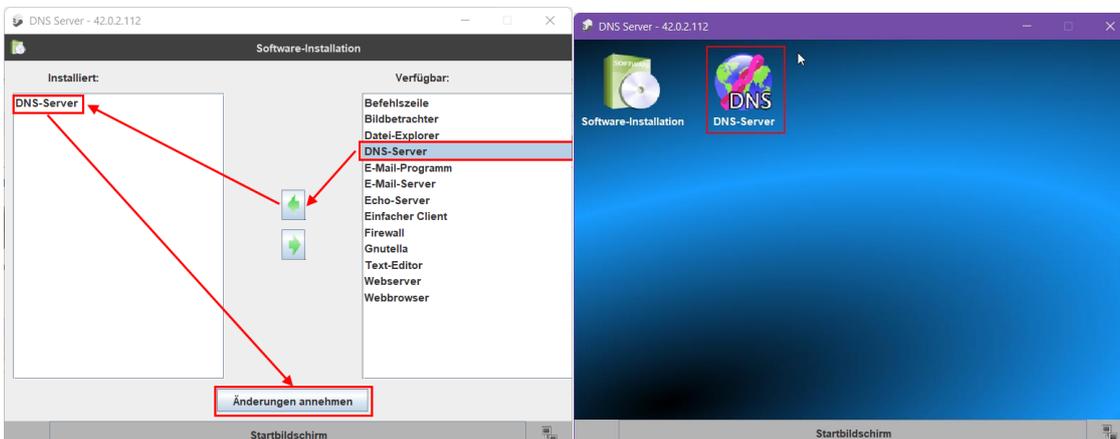
IP-Adresse: 42.0.2.112 / 255.0.0.0

Gateway: 42.0.0.10

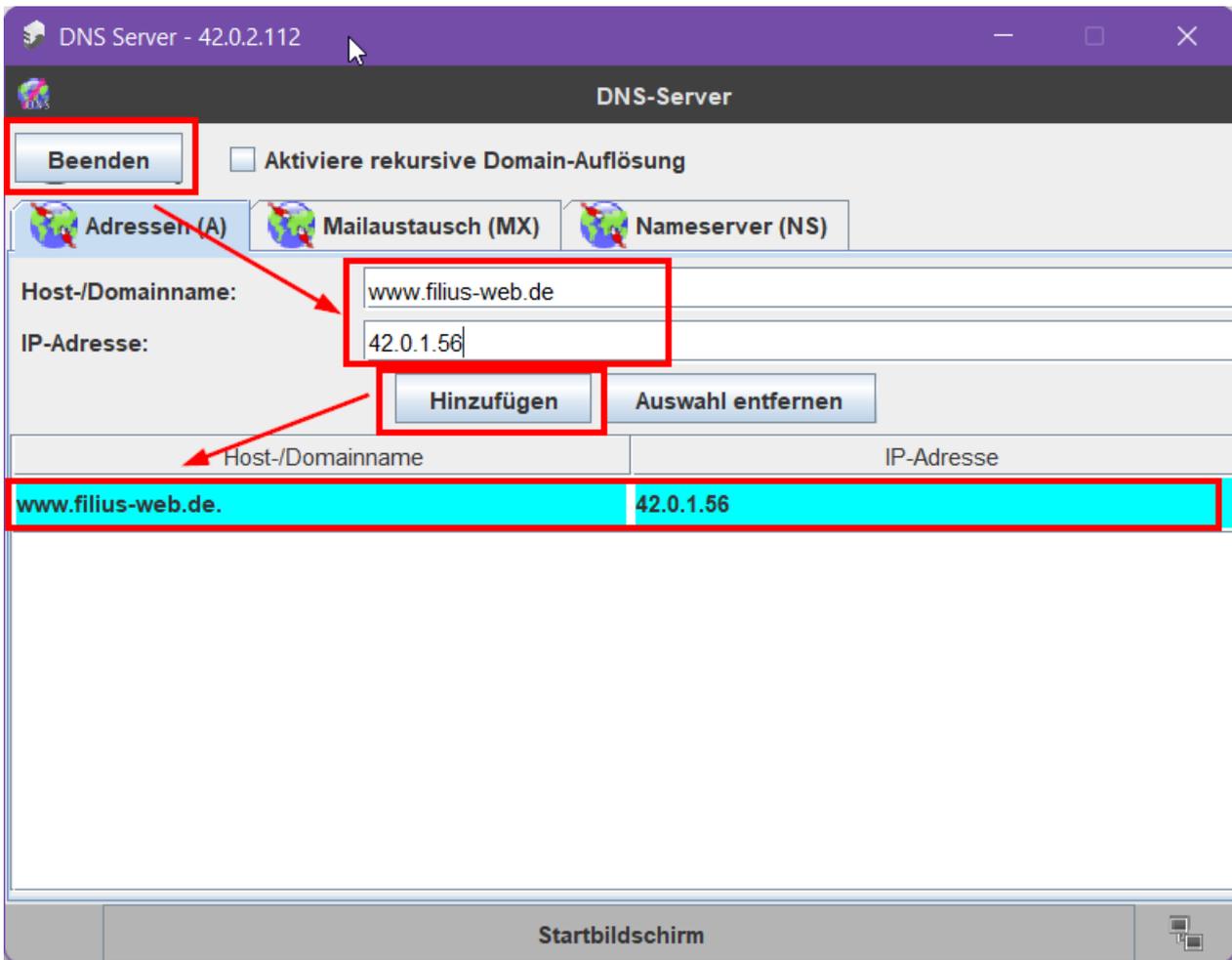
Füge also einen weiteren Computer zum "Internet" hinzu, und konfiguriere die IP-Adressen nach den Vorgaben des Providers.



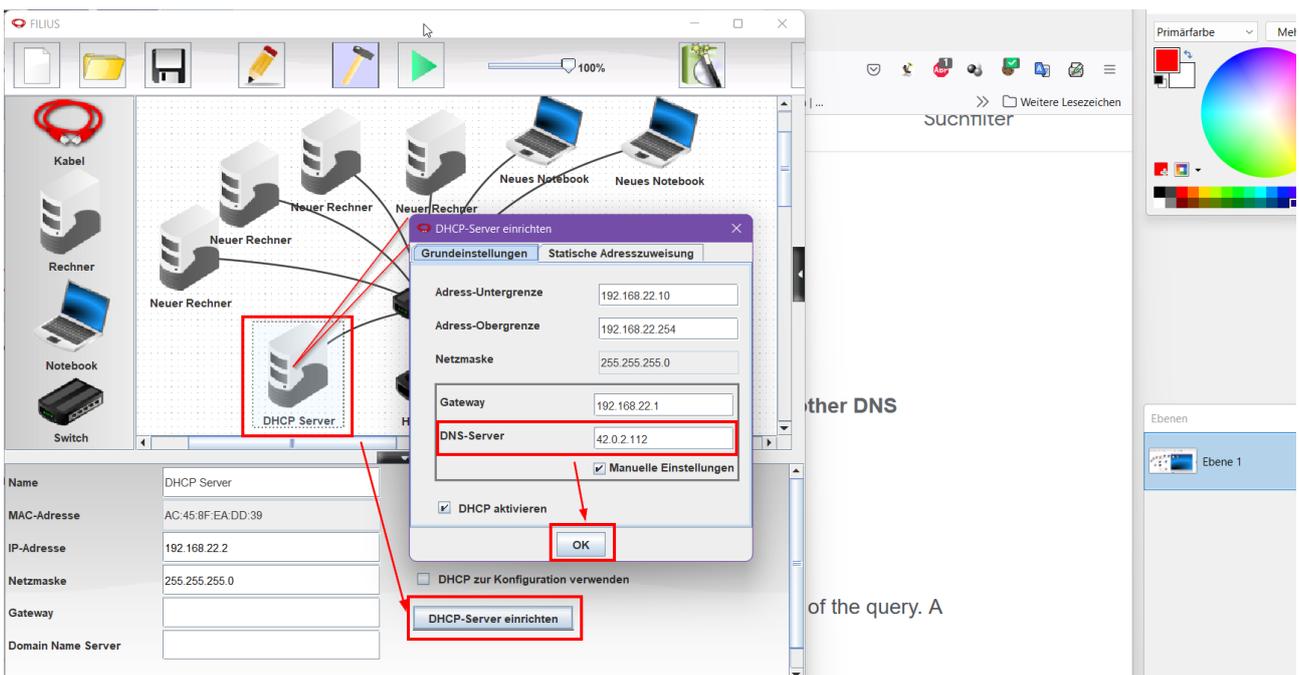
Dann fügst du über die "Software-Installation" den "DNS-Server" Dienst hinzu



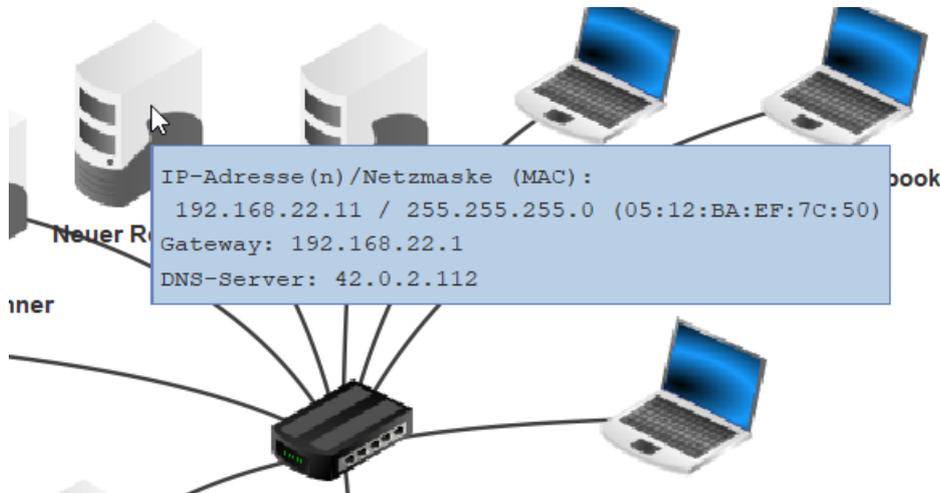
Nach der Installation des DNS-Server Dienstes doppelklickst du das DNS-Server Icon, startest den DNS Server, und trägst die IP-Adresse des Webservers unter dem Namen "www.filius-web.de" ein.



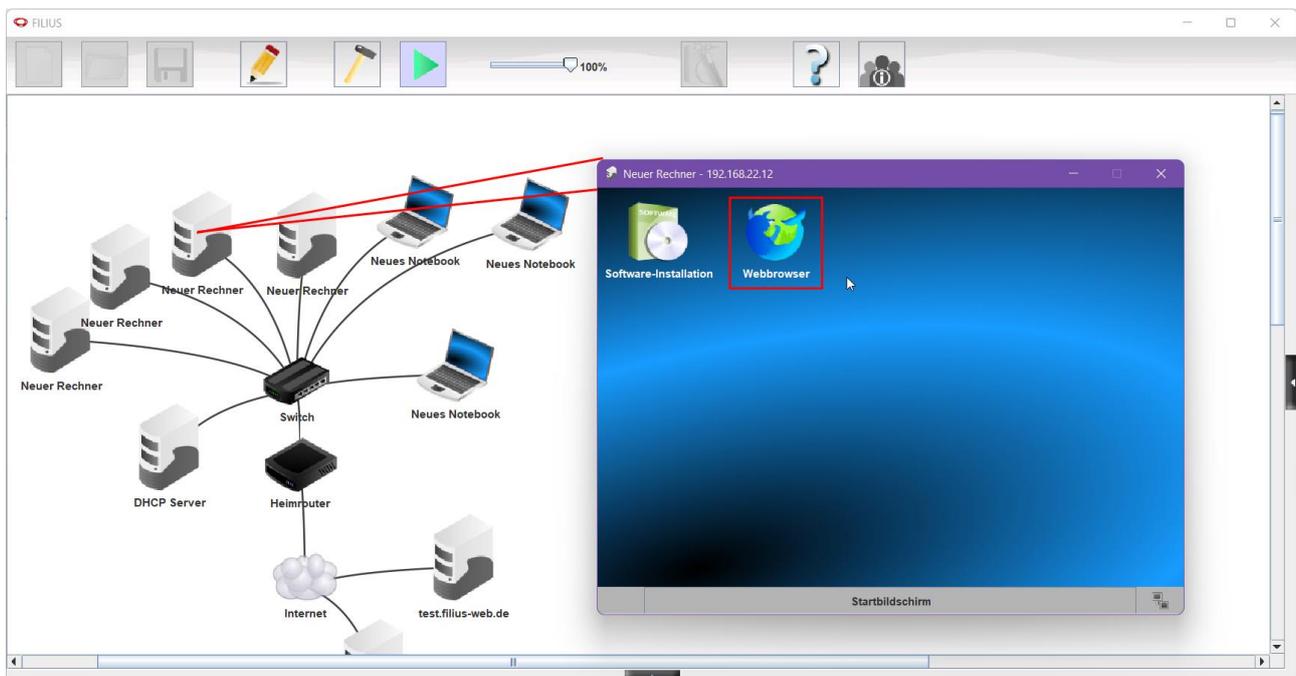
Und jetzt noch der allerletzte Schritt: die Rechner in deinem LAN wissen noch nicht, dass der Provider einen DNS Server zur Verfügung stellt. Diese Information ist die letzte, die wir in den DHCP-Server eintragen müssen.

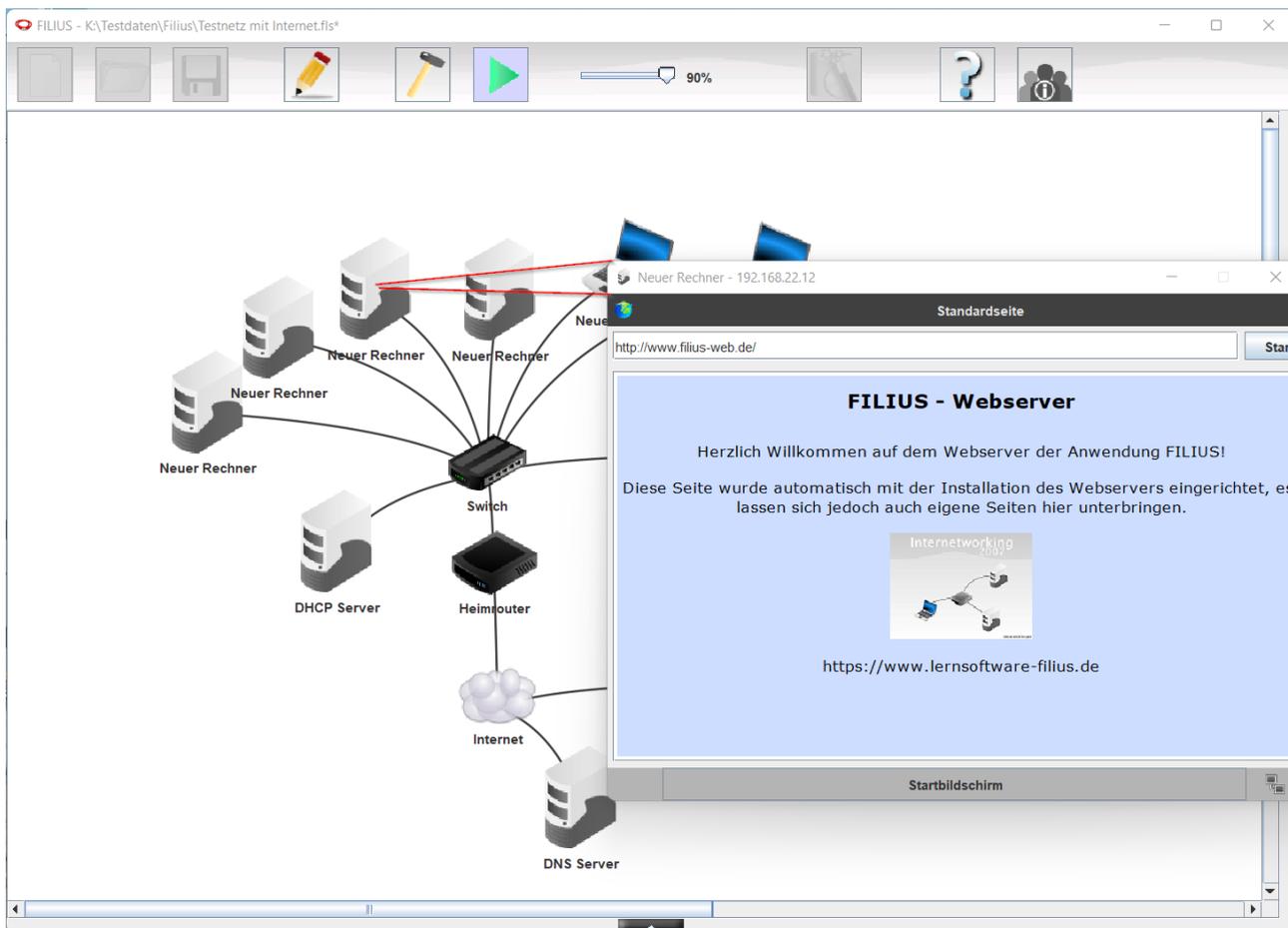


Simulation starten, und die IP-Konfiguration der Geräte im LAN prüfen, jetzt muss auch die DNS-Server Adresse richtig eingestellt worden sein, und wir sind fertig.



Und jetzt ist es möglich, dass du in irgendeinem deiner Testcomputer im LAN über die Software-Installation den Browser hinzufügst, und die Webseite <http://www.filius-web.de> aufruft.





Der Webserver meldet sich mit seiner "index.html" Seite – so schaut also ein funktionierendes Internet aus.

Forschungsprojekt: den eigenen Internet-Router erforschen

Einen kleinen Router, so einen wie viele zu Hause haben, um das Internet zu erreichen, den können wir uns schon etwas genauer anschauen.

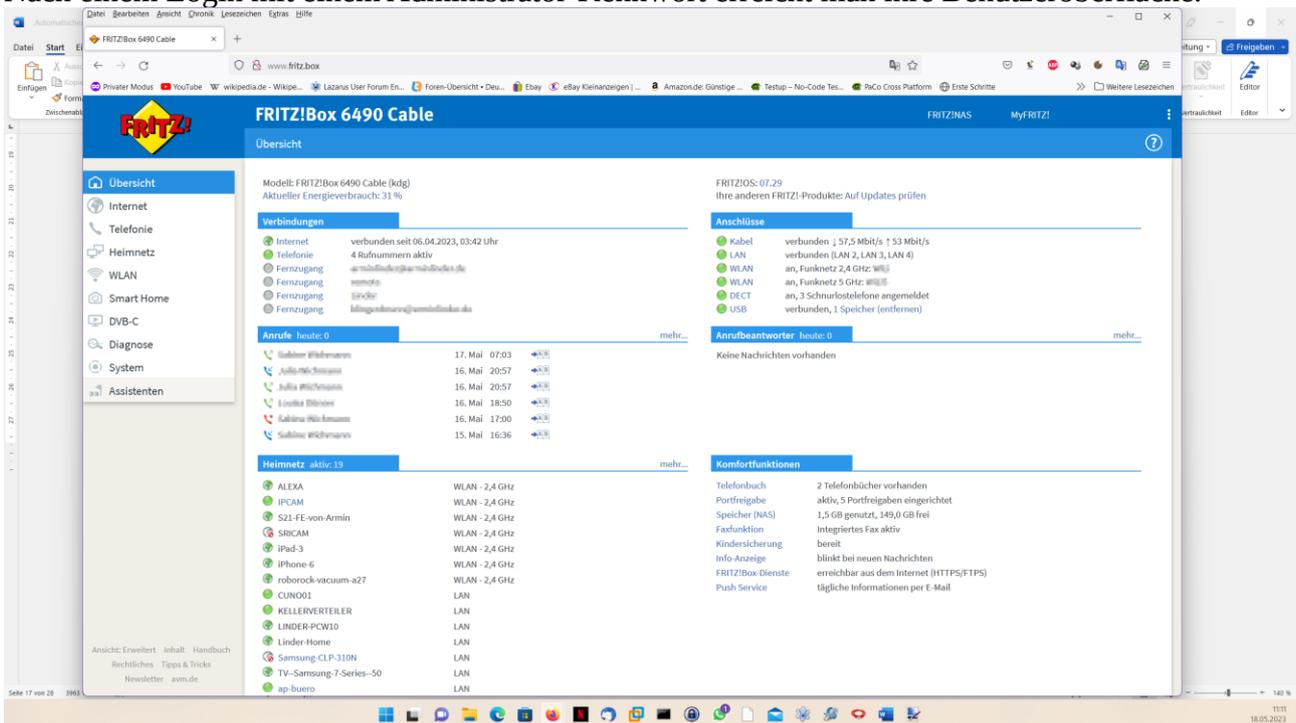
Die Fritzbox vereinigt folgende Funktionen in einem einzigen kleinen Kästchen:

- Switch mit 5 Anschlüssen
- Internet-Router (Cable oder DSL)
- DHCP Server
- DNS Server
- WLAN Access Point
- Telefonanlage mit Fax- und Anrufbeantworter-Funktion

... und noch einige mehr, die aber den Umfang dieses Grundkurses sprengen würden.

Um in die Fritzbox zu gelangen, muss man mit dem Browser die LAN-Adresse der Fritzbox (bei mir: 192.168.22.1) aufrufen, oder, wenn die Fritzbox auch DNS Server ist, die Internet-Adresse "fritz.box."

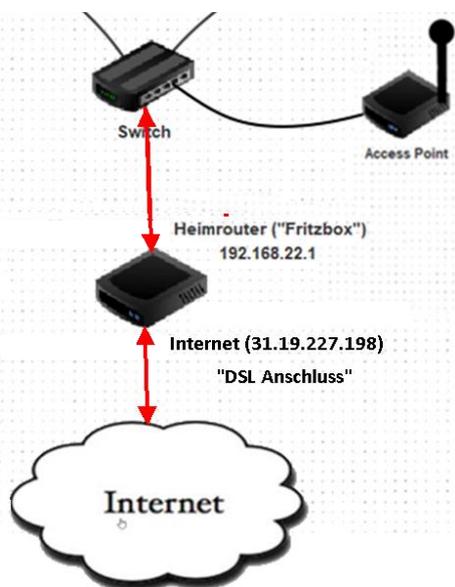
Nach einem Login mit einem Administrator-Kennwort erreicht man ihre Benutzeroberfläche.



Das kleine Plastik-Kästchen ist also ziemlich kompliziert, da kann man ganz viel einstellen und auch verstellen. Und ja, um eine Fritzbox mit allen Funktionen, von Netzwerk über Telefone und Fax bis zu VPN und Internetfreigaben komplett zu konfigurieren kann man locker einige Stunden Zeit brauchen, und einige Tage lang aus den Handbüchern lernen müssen, wie es genau geht.

Wir wollen es aber nicht so kompliziert machen und alle Einstellungen anschauen, uns interessieren im Moment nur die beiden Einstellungen, die für die Internetverbindung zuständig sind. Wo finden wir die jetzt in den vielen Menüs?

Schauen wir kurz auf den Netzwerkplan, und zwar nur den interessanten Teil, der unser kleines LAN Netzwerk mit dem Internet verbindet:



Der Router hat also zwei Netzwerkkabel: eins führt zum Internet (meistens über ein Anschlusskästchen irgendwo im Keller, "DSL Anschluss" genannt), das andere führt zu meinem Switch und zum Access-Point für das WLAN.

Diese Informatiker haben sich schon wieder so komische Bezeichnungen einfallen lassen:

- LAN ("Local Area Network") steht einfach für mein eigenes Netz, also den Switch, den Access-Point und alles was da dran angeschlossen oder damit verbunden ist. Für diesen Anschluss braucht der Router eine IP-Adresse aus **meinem** privaten Netz. Für mein privates Netz habe ich mir die 192.168.22. ausgesucht, meine Netzwerkadressen müssen also alle mit 192.168.22 beginnen. Und es ist üblich, für den Router, weil er so wichtig ist, und weil er meistens das allererste Gerät ist das man anschließt, entweder die 1 oder die 254 zu nehmen. Meine Fritzbox hat deswegen von mir die IP-Adresse 192.168.22.1 bekommen.
- WAN ("Wide Area Network") ist dann wohl einfach nur eine anderer Name für "das Internet". Auch dieser Anschluss braucht eine IP-Adresse, diesmal wird sie aber von der Firma, die mein Haus an das Internet anschließt ("Internet-Provider"), zugewiesen. Sie stammt aus **seinem** Netz, und ich kann sie selber nicht ändern. Man kann aber im Router nachsehen, wie sie lautet: 31.19.227.198.

Und woher weiß ich das nun alles? Ich habe einfach in meinen Router geschaut. Erst einmal die LAN-Seite, in der Fritzbox heißt sie "Heimnetz".

The screenshot shows the Fritz!Box 6490 Cable web interface. The left sidebar has a red box around the 'Heimnetz' menu item. The main content area is titled 'IPv4-Adressen' and shows the configuration for the 'Heimnetz'. The IPv4 address is set to 192.168.22.1, and the DHCP server is activated. The DHCP server range is set from 192.168.22.20 to 192.168.22.200, with a validity of 10 days. The local DNS server is set to 192.168.22.1. There is also a section for 'Gastnetz' (Guest Network) with its own IP range and validity.

Da steht es: in meinem eigenen Netz hat der Router tatsächlich die IP-Adresse 192.168.22.1, und diese Adresse habe ich mir selbst ausgesucht, als ich damals den Router ausgepackt und angeschlossen habe.

Und nun das andere Kabel, die Internet-Seite:

Mein Internet-Provider hat mir also im Moment die 31.19.227.198 zugewiesen.

Nun gut. Und wie genau kommen jetzt meine ganzen Computer ins Internet? Ich muss dazu nur auf jedem Gerät eine einzige Einstellung machen: ich muss die IP-Adresse meines Routers als "Standard-Gateway" eintragen.

Meine Netzwerk-Geräte haben ihre IP-Adressen automatisch von einem DHCP-Server bekommen, ich musste sie nicht von Hand eintragen.

Dann hat also meine Fritzbox auch einen eingebauten DHCP Server? Natürlich!

Mein DHCP-Server kann also die IP-Adressen 192.168.22.20 bis 192.168.22.200 an Geräte zuweisen. 181 Adressen ... das reicht locker für mein Netz zu Hause. Die übrigen Adressen habe ich mir für besondere "Spielereien" reserviert und für Geräte, die kein DHCP können.

Und was ist nun mit dem Standard-Gateway und den DNS Server Adressen? Wo muss man das einstellen, damit das alles mit der IP-Adresse mitgesendet wird? Die Fritzbox sendet automatisch die eigene IP-Adresse, also 192.168.22.1, als Standard-Gateway. Passt. Und die zweite wichtige Adresse, die vom DNS-Server? Die kann man einstellen, du findest sie im Screenshot oben gleich unter dem roten Kasten, bei "Lokaler DNS-Server". Auch die Fritzbox. Ich sage ja: für kleine Netze ist alles, was man braucht im Internet-Router eingebaut.

Lass uns die beiden wichtigsten Dienste, den DHCP Server und den DNS Server, schnell anschauen. In der Fritzbox ist das eine einzige große Tabelle unter "Netzwerk" – "Netzwerkeinstellungen". In der Spalte ganz links stehen die Gerätenamen, zwei Spalten weiter rechts die IP Adressen, die ihnen der DHCP Dienst zugewiesen hat.

| Name | Verbindung | IP-Adresse | Eigenschaften |
|---------------------|---|----------------|--------------------------------|
| Dieser FRITZ!Box | | | |
| FRITZ!Box | Kabel, 1 57,5 Mbit/s, 1 53 Mbit/s | 192.168.22.1 | WLAN 2,4 / 5 GHz |
| Aktive Verbindungen | | | |
| Linder-Home | LAN 2 mit 100 Mbit/s | 192.168.22.157 | Portfreigabe |
| ap-buero | LAN 2 mit 100 Mbit/s | 192.168.22.62 | |
| KELLERVERTEILER | LAN 2 mit 100 Mbit/s | | 0 / 0 Mbit/s |
| Samsung-CLP-310N | LAN 2 mit 100 Mbit/s | 192.168.22.98 | durch Kindersicherung gesperrt |
| CUN001 | LAN 3 mit 10 Mbit/s | 192.168.22.53 | |
| LINDER-PCW10 | LAN 2 mit 100 Mbit/s | 192.168.22.71 | |
| BUERO | Powerline verbunden mit KELLERVERTEILER | | 147 / 166 Mbit/s |
| roborock-vacuum-a27 | WLAN | 192.168.22.200 | 2,4 GHz, 53 / 37 Mbit/s |
| IPCAM | WLAN | 192.168.22.179 | 2,4 GHz, 31 / 10 Mbit/s |
| iPad-3 | WLAN | 192.168.22.125 | 2,4 GHz, 53 / 30 Mbit/s |
| S21-FE-von-Armin | WLAN | 192.168.22.166 | 2,4 GHz, 53 / 24 Mbit/s |
| ALEXA | WLAN | 192.168.22.170 | 2,4 GHz, 53 / 24 Mbit/s |
| SRICAM | WLAN | 192.168.22.27 | 2,4 GHz, 40 / 47 Mbit/s |

Und das wars schon, so schaut das Innere eines Internet-Routers aus, der mein Heimnetz an das Internet anbindet.