

Informationsblatt Nr. 4

Blick hinter die Kulissen der Netzwerkkommunikation

Mit Hilfe eines *Routers* werden zwei einzelne *lokale Netzwerke* miteinander verbunden. Allgemein gilt, dass ein Vermittlungsrechner immer dann notwendig ist, wenn zwei oder mehr bezüglich ihrer räumlichen Ausdehnung stark begrenzte Netzwerke (*LAN* – **L**ocal **A**rea **N**etwork) so zusammengeschaltet werden sollen, dass die Geräte des einen Netzwerks mit den Geräten des anderen kommunizieren können¹. Eine Realisierung kann sowohl *kabelgebunden* als auch *drahtlos* erfolgen. Letzteres wird dann üblicherweise als *WLAN* (**W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork) bezeichnet.

Kombinationsgeräte

Falls Sie zu Hause für den Internetzugang per Dsl oder Kabelnetz² relativ neue Hardware nutzen, besitzen Sie üblicherweise ein Gerät, welches sowohl die Features eines Routers als auch die eines Switches in sich vereint.

Auf der Rückseite einer solchen Box befinden sich normalerweise mehrere Anschlüsse, um per Netzwerkkabel angeschlossene Rechner miteinander zu verbinden. Die Zugangsbox stellt einen Switch zum Aufbau eines drahtgebundenen lokalen Netzwerks, d.h. eines LANs, zur Verfügung.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, geeignet ausgestattete Rechner per WLAN in einem Funknetzwerk zu integrieren; die Box ist ein sogenannter *Access Point* für drahtlose Netzwerkverbindungen. Computer der beiden Netzwerke, d.h. LAN und WLAN, können miteinander kommunizieren, da die Box die Fähigkeiten eines Routers besitzt, der die zwischen den Rechnern ausgetauschten Datenpakete über Netzwerggrenzen hinweg vermitteln kann. Das im Rahmen des letzten Aufgabenblatts aufgebaute Szenario lässt sich in diesem Zusammenhang beispielsweise so interpretieren, dass eines der beiden Netzwerke das soeben beschriebene und durch die Box verwaltete LAN darstellt und das andere Netz durch das WLAN repräsentiert wird³. Eine moderne Dsl-Box beinhaltet also die beiden von Ihnen zum Aufbau des Netzwerks verwendeten Switches (einmal kabelgebunden und einmal drahtlos), sowie den in der Filius Simulation bereits eingesetzten Router, der zwischen den verschiedenen Netzwerken vermittelt.

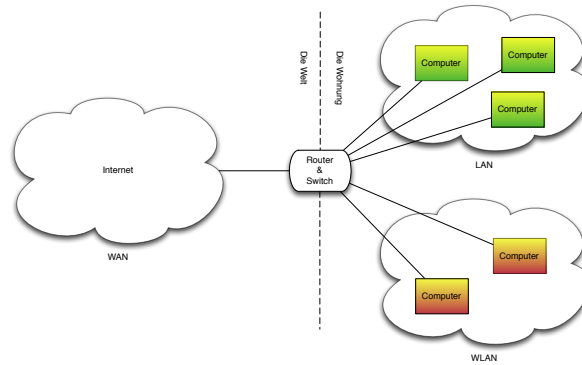
Tatsächlich besitzt der Router aber *nicht zwei* Netzwerkschnittstellen, d.h. eine für LAN und eine für WLAN, sondern insgesamt *drei*. Der Anschluss ans Internet mittels der durch den Provider zur Verfügung gestellten Dsl-Leitung ist nämlich ebenfalls eine Netzwerkverbindung in ein anderes Netz, welches vom Router berücksichtigt werden muss. In diesem Fall wird ein räumlich weitläufiges Netzwerk angebunden – das Internet gehört zur Kategorie der *WANs* (**W**ide **A**rea **N**etwork).

Insgesamt betrachtet muss für jedes Datenpaket entschieden werden, ob an ein Gerät im kabelgebundenen LAN, an ein per WLAN angeschlossenes Gerät oder aber an einen Rechner im Internet, d.h. WAN, weitergeleitet werden soll.

¹Beachten Sie, dass der Begriff *Gerät* verwendet wird, da nicht nur normale Computer in einem Netzwerk miteinander Daten austauschen können – direkt ans Netzwerk anschließbare Drucker oder Internetradioempfänger sind mittlerweile keine Seltenheit mehr.

²In den weiteren Ausführungen wird zwar von Dsl gesprochen, da dies die derzeit am häufigsten verwendete Zugangsart darstellt. Alle Aussagen gelten aber im Wesentlichen auch bei einem Zugang über das Kabelnetz.

³Da Filius nur normale Netzwerkkabel unterstützt und somit keine direkte Darstellungsmöglichkeit für WLANs bietet, können Sie sich die verwendeten Verbindungen im zweiten Netzwerk als „WLAN-Kabel“ vorstellen 🤖.



Entscheidungsfindung beim Routing

Nach diesem konzeptionellen Kurzüberblick stellt sich die Frage, wie ermittelt werden kann, ob ein zu sendendes Datenpaket innerhalb des Netzwerks, in welchem sich der Sender befindet, per Switch weitergeleitet werden muss, oder ob ein Router als *Gateway* in eines der anderen angeschlossenen Netzwerke verwendet wird.

Diese Entscheidung wird mit Hilfe der *Netzmaske* getroffen, deren Wert Sie bisher in Filius Konfigurationsdialogen unverändert gelassen haben. *Die von Ihnen umzusetzenden Szenarien waren bis jetzt so ausgelegt, dass die vom Programm automatisch vorgeschlagene Netzwerkmaske passend war.*

Die Netzkennung

Zum Versenden eines Datenpakets an einen anderen Rechner ermittelt der Sender die zu diesem gehörende IP-Adresse. Nun geschieht folgendes:

1. Der Sender verknüpft die einzelnen Bytes seiner IP-Adresse durch eine Und-Verknüpfung mit den zugehörigen Bytes der Netzmaske. Das Ergebnis ist die *Kennung des Netzwerks*, in welchem sich der Sender befindet.

Die Und-Verknüpfung operiert auf der *Bitebene*, d.h. die Betrachtung basiert auf *Binärzahlen*. Sofern nicht mehr / noch nicht bekannt, sollten die Grundlagen zum Zweiersystem – insbesondere Zahlenumrechnungen zwischen Zehner- und Zweiersystem – (erneut) betrachtet werden. Für die Und-Verknüpfung gilt

a	b	$a \odot b$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2. Für die IP-Adresse des Datenpaketempfängers wird die gleiche Rechnung durchgeführt. Das Ergebnis ist die zum Empfänger gehörende Netzkennung.

Nach Durchführung der beschriebenen Berechnungen werden die beiden ermittelten Netzkennungen miteinander verglichen. Sind sie *identisch*, so liegen *Sender und Empfänger im selben Netzwerk*, d.h. die Dienste des Routers, der im *Gateway*-Eintrag vermerkt ist, werden *nicht* benötigt. Anders sieht es aus, wenn durch die Rechnungen zwei *unterschiedliche Kennungen* ermittelt wurden. Dann muss das Datenpaket an den *Vermittlungsrechner* übertragen werden, der sich automatisch um die weiteren Zustellungsmodalitäten kümmert.

Beispiel

Anhand eines Beispiels soll das zuvor beschriebene Verfahren an konkreten Szenarien verdeutlicht werden. Hierzu wird auf die im letzten Übungsblatt beschriebenen Konstellationen zurückgegriffen.

1. Der Sender habe die IP-Adresse **192.168.1.101** und seine Netzmaske ist **255.255.255.0**. Dann ist die Kennung des Netzes, zu dem der Sender gehört:

$$\begin{aligned} 192.168.1.101 \odot 255.255.255.0 &= (192 \odot 255) \cdot (168 \odot 255) \cdot (1 \odot 255) \cdot (101 \odot 0) \\ &= 192.168.1.0 \end{aligned}$$

Nun soll eine Nachricht zum Rechner mit der IP-Adresse **192.168.1.100** gesendet werden. Als Netzkennung wird

$$\begin{aligned} 192.168.1.100 \odot 255.255.255.0 &= (192 \odot 255) \cdot (168 \odot 255) \cdot (1 \odot 255) \cdot (100 \odot 0) \\ &= 192.168.1.0 \end{aligned}$$

ermittelt. Die beiden Kennungen sind identisch, d.h. die Dienste des Routers werden nicht benötigt.

2. Als nächstes möchte der Sender den Rechner mit der IP-Adresse **192.168.0.101** mit einem Datenpaket versorgen. Als Netzkennung des Empfängers wird

$$\begin{aligned} 192.168.0.101 \odot 255.255.255.0 &= (192 \odot 255) \cdot (168 \odot 255) \cdot (0 \odot 255) \cdot (101 \odot 0) \\ &= 192.168.0.0 \end{aligned}$$

errechnet. Da sich die beiden Netzkennungen unterscheiden, liegen unterschiedliche Netzwerke vor, d.h. die Dienstleistung des *Routers als Vermittlungsrechner über Netzwerkgrenzen* muss in Anspruch genommen werden.