



2.5.1 Datennetze I

Zusammenfassende Aufgaben zu den Schichten 3 und 4 des OSI-Modells

Bei dem Windows-Befehlszeilenkommando ipconfig /all enden lokale IPv6-Adressen mit einem Prozentzeichen und der Angabe der Schnittstelle (Interface-ID). Damit zeigt Windows an, für welchen Netzwerkadapter diese Adresse gilt:

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Physikalische Adresse . . . . . : C4-17-FE-60-E5-78
DHCP aktiviert . . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . . . : Ja
IPv6-Adresse . . . . . : 2003:61:e802:1:150c:dd53:b804:688<Bevorzugt>
Temporäre IPv6-Adresse . . . . . : 2003:61:e802:1:39db:4a2d:31df:d968<Bevorzugt>
Verbindungslokale IPv6-Adresse . . . . . : fe80::150c:dd53:b804:688%28<Bevorzugt>
IPv4-Adresse . . . . . : 192.168.2.103<Bevorzugt>
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
Standardgateway . . . . . : fe80::1%28
                                192.168.2.1
DHCP-Server . . . . . : 192.168.2.1
DNS-Server . . . . . : fe80::1%28
                                192.168.2.1
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert
```

1. Erläutere die Angaben in dem Screenshot.

- Physikalische Adresse: *MAC-Adresse (Schicht 2 des OSI-Modells)*
- DHCP: Das Dynamic Host Configuration Protocol ist in IPv4 für die *automatische Konfiguration durch einen Server erforderlich*.
- Autokonfiguration und Verbindungslokale Adresse: Link-Lokale-Adresse, die für jeden Adapter zur *automatischen Konfiguration generiert wird, auch wenn keine Verbindung über IPv6 besteht*.
- (Temporäre) IPv6-Adresse: Global Unicast – Adressen (GUA) sind weltweit eindeutig.
- IPv4-Adresse und Subnetzmaske: Beim Classless Inter-Domain Routing (CIDR) wird mit der Subnetzmaske die IP-Adresse in einen Netzwerk- und *einen Geräteteil aufgeteilt*.
- Standardgateway und DNS-Server: Lokale IPv6- und IPv4-Adresse des Geräts, das die Verbindung mit dem Internetprovider herstellt.
- NetBIOS über TCP/IP: Das in älteren Windows-Versionen zur Nutzung von Netzwerken zuständige Protokoll NetBIOS ist z. B. auch in Windows 7 oder Windows 8 noch vorhanden.

Unabhängig von einer Internetverbindung kann die IPv6-Konnektivität durch ein Ping an die Link-lokale Adresse eines Geräts getestet werden:

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:>ping fe80::150c:dd53:b804:688

Ping wird ausgeführt für fe80::150c:dd53:b804:688 mit 32 Bytes Daten:
Antwort von fe80::150c:dd53:b804:688: Zeit<1ms
Antwort von fe80::150c:dd53:b804:688: Zeit<1ms
Antwort von fe80::150c:dd53:b804:688: Zeit<1ms
Antwort von fe80::150c:dd53:b804:688: Zeit<1ms

Ping-Statistik für fe80::150c:dd53:b804:688:
Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0
(0% Verlust),
```



2.5.1 Datennetze I

Ein Ping zu einer Internetadresse liefert bei bestehender IPv6-Konnektivität auch gleich die IPv6-Adresse des Zielservers, wenn dieser dies zulässt:

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\>ping www.heise.de

Ping wird ausgeführt für www.heise.de [2a02:2e0:3fe:100::7] mit 32 Bytes Daten:
Antwort von 2a02:2e0:3fe:100::7: Zeit=22ms
Antwort von 2a02:2e0:3fe:100::7: Zeit=23ms
Antwort von 2a02:2e0:3fe:100::7: Zeit=23ms
Antwort von 2a02:2e0:3fe:100::7: Zeit=23ms

Ping-Statistik für 2a02:2e0:3fe:100::7:
Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0
(0% Verlust),
```

2. Im Browser erscheint eine Fehlermeldung wie z. B. „Keine Verbindung zum Internet“.

Führe die Schritte, die du zur Fehlersuche ausführen solltest, am PC aus. Eventuell steht dir zusätzlich auch ein Smartphone oder Tablet-PC zur Verfügung. Ergänze dabei die Erläuterungen.

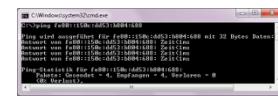
- Physikalische Verbindung überprüfen (OSI-Schichten **1 und 2**), insbesondere:
 - LAN: Am Rechner muss an der Netzwerk-Buchse **eine LED unregelmäßig blinken**.
Am Switch (der auch Teil eines WLAN-Routers sein kann) ebenso.
Ansonsten tauschst du nach und nach die Kabel.
 - WLAN: Besteht eine **Drahtlosnetzwerkverbindung**?
Wenn nicht, kontrolliere, ob das WLAN aktiviert ist und versuche, eine Drahtlosnetzwerkverbindung herzustellen.
Wenn das keinen Erfolg hat, stelle eine LAN-Verbindung mit Hilfe eines Patchkabels her.
- Hat der Netzwerkadapter eine **IP-Adresse** erhalten (OSI-Schicht **3**)?
Führe das Befehlszeilenkommando ipconfig /all aus.
Kontrolliere die IPv4- und IPv6-Adressen.
Eine Verbindungslokale IPv6-Adresse wird auch erzeugt, wenn *keine Verbindung besteht*.
Eine temporäre IPv6-Adresse erhält der Adapter, wenn eine Verbindung besteht.



Ist keine IPv4-Adresse vorhanden, kontrolliere **den DHCP-Server** (IPv4).

Hinweis: in den Netzwerkeinstellungen des Adapters kann man auch manuell eine IP-Adresse angeben: Öffne die Interneteinstellungen (IPv4) und dort die Eigenschaften dazu. Hier gibst du eine IP-Adresse an (z. B. 192.168.0.10). Die Subnetzmaske ist meist 255.255.255.0 oder 255.255.0.0. Unter **Standardgateway** ist die IP-Adresse des Routers einzutragen (z. B. 192.168.2.1)

- Besteht eine Verbindung zum **Router** (OSI-Schicht **4**)?
 - WLAN-Router für Heimnetzwerke haben häufig die IPv4-Adressen 192.168.0.1, 192.168.2.1 oder 192.168.178.1.
Der Router sollte auf das Befehlszeilenkommando z. B. ping 192.168.2.1 antworten.
 - Wird bei Eingabe der IP-Adresse des WLAN-Routers in der Adresszeile des Browsers der Startbildschirm angezeigt?
Nach dem Login wird meist eine Übersichtsseite angezeigt, in der u. a. angegeben wird, ob eine Internetverbindung besteht.
In den Netzwerk-Details kann man auch überprüfen, ob der Router eine öffentliche IP-Adresse erhalten hat.
 - Besteht keine Verbindung zum Internet, den WLAN-Router neu starten. An einem Router, der zuvor funktioniert hat, nichts neu konfigurieren, wenn du nicht genau weißt, was du tust!
- Es kann auch vorkommen, dass der Virenschanner nach einem Update die Verbindung zum Router blockiert. Dieser kann zum Test kurz beendet werden. Dann aber sofort wieder aktivieren!





2.5.1 Datennetze I

3. Dein Onkel hat sich für die auf Dauer solideste Lösung entschieden, ein Twisted-Pair-Kabel in das Arbeitszimmer gelegt und dort eine Ethernet-Anschlussdose installiert.

(vgl. Arbeitsblatt 07: Zusammenfassende Aufgaben zu den OSI-Schichten 1 und 2, S. 2 und 3)

Da er einen alten WLAN-Router übrig hatte, musste er sich auch keinen WLAN Access Point kaufen.

Jetzt hat er zwar Zugriff zum WLAN des alten Routers, aber keine Internetverbindung.

Der alte WLAN-Router hat die folgenden IPv4-Einstellungen:

The screenshot shows the Fritz!Box 3390 configuration interface. The left sidebar has tabs for Überblick, Internet, Heimnetz, Netzwerk (selected), WLAN, Diagnose, and System. The main panel title is "IPv4-Einstellungen". It says: "Geben Sie die IPv4-Adresse an, unter der die FRITZ!Box im lokalen Netzwerk erreichbar ist." A warning message follows: "Achtung! Änderungen auf dieser Seite können dazu führen, dass die FRITZ!Box nicht mehr erreichbar ist. Beachten Sie unbedingt die Hilfe, bevor Sie Änderungen vornehmen." Below this, under "Heimnetz", are fields for IPv4-Adresse (192.168.178.1), Subnetzmaske (255.255.255.0), and a checked checkbox for "DHCP-Server aktivieren". There are also fields for "DHCP-Server vergibt IPv4-Adressen" with ranges from 192.168.178.20 to 192.168.178.200 and a lease time of 10 Tage.

Die IP-Einstellungen des aktuellen WLAN-Routers, der mit dem Internet verbunden ist:

The screenshot shows the Speedport W 921V configuration interface. The top navigation bar includes links for Overview, Internet, Telephone, Home Network (selected), and Settings. The left sidebar has links for WLAN-Grundeinstellungen, WLAN-Zugriff verwalten, Heimnetzwerk (LAN) (selected), and Netzwerkspeicher. The main panel title is "Einstellungen zum Heimnetzwerk (LAN)". It shows an overview of devices and allows setting the router's name and address. The "Name des Routers im LAN:" field is set to "Speedport_W_921V_1_43_000". Other fields include MAC-Adressen (LAN, WAN, WLAN) and a local IPv4 address of 192.168.2.1. There are sections for IPv6 settings and a DHCP table. A sidebar on the right shows security status: Firewall aktiv and WLAN verschlüsselt.

Hinweis: Denke an deine Erfahrungen im Simulationsprogramm FILIUS.

(vgl. Arbeitsblatt 10: Simulation von Netzwerken mit FILIUS II, Seite 2)



2.5.1 Datennetze I

- Erläutere die Ursache des Problems.

Die Subnetzmaske ist vermutlich bei beiden Routern auf 255.255.255.0 eingestellt.

Damit befinden sich die beiden WLAN-Router mit den IPv4-Adressen

192.168.178.1 und 192.168.2.1 in unterschiedlichen Netzen.

Dadurch ist keine Kommunikation über die Switches der WLAN-Router möglich.

- Nenne eine Möglichkeit, das Problem zu beheben.

Hinweis: Im Arbeitsblatt 10 sollte ein Class-B-Netz für eine größere Anzahl an Teilnehmern erstellt werden. Deshalb wurde das Problem durch Änderung der Subnetzmaske auf 255.255.0.0 gelöst. Für die überschaubare Anzahl an Geräten hier genügt aber ein Class-C-Netz.

Man kann auch die IPv4-Adresse der Fritz!Box so ändern,

dass sich beide WLAN-Router in demselben Netz befinden,

z. B. auf 192.168.2.2.

Hinweis: Vor der Festlegung sollte man den Adressbereich für den DHCP-Server des Speedports kontrollieren, um Adresskollisionen zu vermeiden.

Der Adressbereich ist hier 192.168.2.20 bis 192.168.2.99.

4. Dein Onkel hat sich wie gewünscht eine Rollladensteuerung und vernetzte Rauchmelder installieren lassen. Außerdem gibt es zwei WLAN-Schaltsteckdosen pro Zimmer, die sich mit einer App steuern lassen. (vgl. Arbeitsblatt 07: Zusammenfassende Aufgaben zu den OSI-Schichten 1 und 2, S. 3 unten) Da du dich mit Hilfe von Fachzeitschriften über neue Entwicklungen auf dem Laufenden hältst, ist dir dieser Artikel noch gewärtig:

„Ungeahnter Mehrwert: Die (von einem großen Discounter) im Januar verkauften WLAN-Schaltsteckdosen enthalten ein nirgends dokumentiertes, nur mit Standard-Passwort gesichertes Web-Frontend. Darüber gelangt man sogar an das WLAN-Passwort.“ (c't 2017, Heft 8, S. 71)

„Überraschung: Dass (die schaltbare Steckdose eines angesehenen Herstellers) seit Jahren ein Mikrofon enthält, um nach einem Firmware-Update als Klatschschalter arbeiten zu können, erwähnen weder die Verpackung noch das Handbuch.“ (c't 2017, Heft 8, S. 73)

- Werden Geräte untereinander vernetzt und sind über das Internet erreichbar, spricht man vom **Internet of Things (IoT)**.

Warum sind die in den Artikeln genannten Eigenschaften bei IoT-Geräten besonders gefährlich?

Das WLAN ist auch außerhalb der Wohnung erreichbar.

Jeder kann also von der Straße aus darauf zugreifen.

Wenn ein Krimineller Zugriff auf den Router hat,

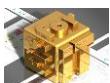
kann er beliebige Angiffe starten.

- IoT-Geräte stellen oft ein Sicherheitsrisiko dar. Das betrifft sowohl Spionage als auch Sabotage. (vgl. Arbeitsblatt 1.8 – 12 Risiken im Umgang mit Daten, S. 4)

- Verschlüsselungstrojaner und Computerviren:

Veränderung oder Löschen von Daten

- Diebstahl von Zugangsdaten: *Finanzdaten, Identitätsdiebstahl*



2.5.1 Datennetze I

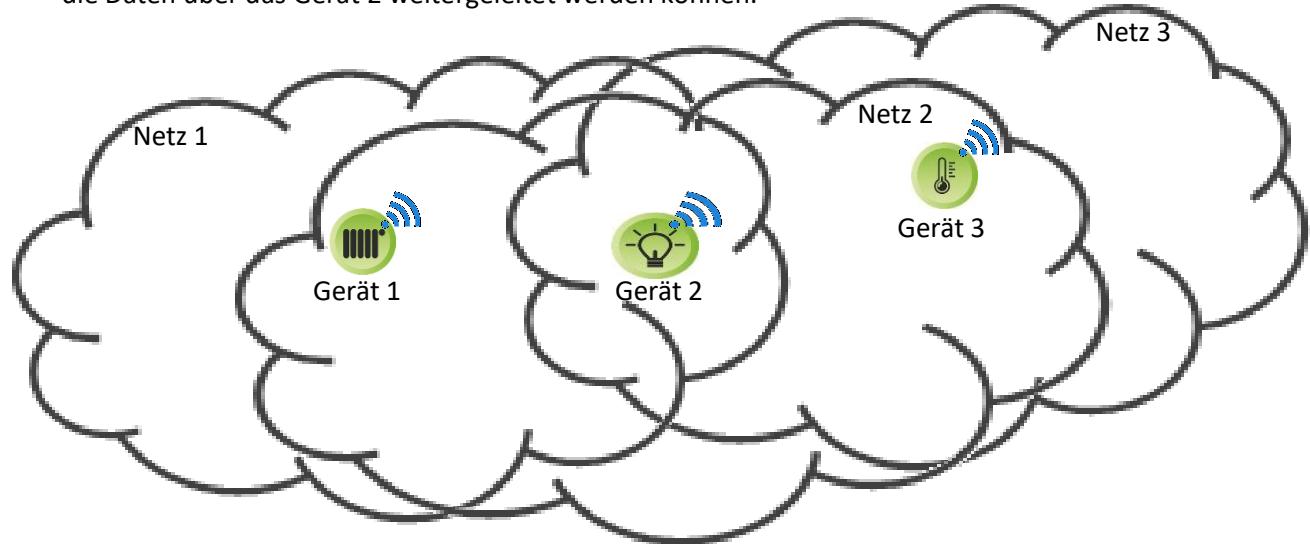
5. Anhand verschiedener Smarthome-Komponenten kannst du dir auch vorstellen, wie ein vermaschtes Netz funktioniert. Die Teilnehmer in dem Netz sind mehrere Lampen und Heizkörperthermostate sowie ein WLAN-Router, ein Temperaturfühler, ein Smartphone, ein Laptop, eine Stereoanlage, eine Schließanlage, ein Rollladen, ein Kühlschrank, eine Waschmaschine und ein Garagentor.

Man spricht hier von **Mesh-Netzen** (dt. „Masche“ oder „Netz“). Da sich diese Netze selbstständig aufbauen und konfigurieren, nennt man auch *Ad-hoc-Netze*. Die Daten werden von Teilnehmer zu Teilnehmer weitergereicht, bis sie ihren Empfänger erreicht haben.

Wegen der kürzeren Entferungen kann die Sendeleistung niedriger sein als bei der Zelltopologie und der Energieverbrauch sinkt. Das ist besonders wichtig bei Komponenten, die mit einer Batterie bzw. Knopfzelle betrieben werden wie z. B. Heizkörperthermostate oder Rauchmelder. Auch verteilt sich die Datenlast besser als in Netzen mit einem zentralen Knoten. Dafür ist die Verwaltung aufwändiger, weil die Weiterleitung gewährleistet werden muss und sich Knoten bewegen, hinzukommen oder ausfallen können. Dafür werden beim Ausfall einer Verbindung die Daten über andere Teilnehmer weitergeleitet, ein Mesh-Netz ist also sehr zuverlässig.

Derzeit hat sich leider noch keine Vernetzungstechnik durchgesetzt (Stand September 2017). Deshalb sind viele Smarthome-Komponenten nicht miteinander kompatibel. Derzeit konkurrieren vor allem die Automationsprotokolle ZigBee, Z-Wave und Bluetooth Low Energy mit Mesh-Netzwerk (BLE).

Ein einfaches Beispiel: Das Gerät 1 (Heizkörperthermostat) ist nicht im Empfangsbereich des Netzes 3 (Temperaturfühler). Aber beide Geräte sind im Empfangsbereich des Netzes 2 (Beleuchtung), so dass die Daten über das Gerät 2 weitergeleitet werden können.



Für die Vernetzung vieler Geräte ist die Darstellung der Funknetze mit Wolken zu unübersichtlich. Stattdessen wird mit Linien eine Verbindung gezeichnet, wenn Geräte jeweils im Empfangsbereich des anderen Geräts sind:





2.5.1 Datennetze I

Im Arbeitsblatt 07 wurde bereits thematisiert, dass IoT-Geräte angreifbar sind und ein Sicherheitsrisiko darstellen. Auch wurde angesprochen, dass man zwei getrennte Netze bzw. Zonen installieren kann. Die Vorgehensweise dazu wird in den folgenden Aufgabenstellungen geklärt.

6. Manche Router verfügen über die Option, einen **Gastzugang** zu aktivieren.

Übersicht
Internet
Heimnetz
Netzwerk
USB-Geräte
Speicher (NAS)
Mediaserver
FRITZ!Box-Name
WLAN
Diagnose
System

IPv4-Einstellungen

Geben Sie die IPv4-Adresse an, unter der die FRITZ!Box im lokalen Netzwerk erreichbar ist.

Achtung!
Änderungen auf dieser Seite können dazu führen, dass die FRITZ!Box nicht mehr erreichbar ist. Beachten Sie unbedingt die Hilfe, bevor Sie Änderungen vornehmen.

Heimnetz

IPv4-Adresse: 192.168.178.1
Subnetzmaske: 255.255.255.0
 DHCP-Server aktivieren
DHCP-Server vergibt IPv4-Adressen
von: 192.168.178.1 bis: 192.168.178.200
Gültigkeit: 10 Tage
Die vergebenen IP-Adressen werden nach Ablauf der Gültigkeit wieder freigegeben.

Gastnetz

Das Gastnetz der FRITZ!Box hat einen eigenen IP-Adressbereich, aus dem die FRITZ!Box den Gastgeräten die IP-Adressen vergibt. Der Adressbereich wird von der FRITZ!Box festgelegt und ist nicht veränderbar.

IPv4-Adresse: 192.168.179.1
Subnetzmaske: 255.255.255.0

OK | Abbrechen

- o Erläutere den Vorteil der Verwendung des Gastnetzes in Bezug auf die Sicherheit.

Der Router mit der IPv4-Adresse 192.168.178.1 und das Gastnetz mit der IPv4-Adresse 192.168.179.1 spannen zwei unterschiedliche WLANs auf. Für das Gastnetz wird auch eine eigene SSID angegeben (siehe WLAN-4gz in der Abbildung rechts) und ein eigener Pre-shared Key für die Verschlüsselung verwendet. Damit können die Teilnehmer in den unterschiedlichen Netzen nicht auf die Daten und Geräte in dem jeweils anderen Netz zugreifen und auch das abfischen des Schlüssels für das Gastnetz über eine Sicherheitslücke (vgl. Aufgabe 4.) ist nicht ganz so tragisch.





2.5.1 Datennetze I

7. Mit einem zweiten Router kann eine **Routerkaskade** gebildet und ein zweites WLAN aufgespannt werden. Viele Router verfügen über einen LAN-Port, der als WAN-Anschluss dienen kann:



- Bei dem Speedport rechts ist ein Port mit WAN/LAN1 beschriftet. Der gewünschte Verbindungsmodus (Switch oder Router) wird automatisch erkannt.
- Bei der FRITZ!Box links ist der betreffend Port nur mit LAN1 beschriftet. Wenn eine WAN-Verbindung über einen Router hergestellt werden soll, muss der Port entsprechend konfiguriert werden:

The screenshot shows the FRITZ!Box 3390 web interface. The top navigation bar includes 'Angemeldet' (Logged in), 'FRITZ!Box', 'FRITZ!NAS', 'MyFRITZ!', and a help icon. The left sidebar has a tree view with 'Übersicht' (Overview), 'Internet' (selected), 'Online-Monitor', 'Zugangsdaten' (selected), 'DSL-Informationen', 'Heimnetz', 'WLAN', 'Diagnose', and 'System'. The main content area has a title 'Zugangsdaten' with tabs for 'Internetzugang' (selected), 'LISP', and 'DNS-Server'. A note says: 'Auf dieser Seite geben Sie die Daten Ihres Internetzugangs ein und können den Zugang bei Bedarf an besondere Gegebenheiten anpassen.' Below it, 'Internetanbieter' is set to 'Vorhandener Zugang über LAN'. A note states: 'Sie können die FRITZ!Box an einem bereits vorhandenen Internetzugang nutzen. Die FRITZ!Box wird dazu nicht am DSL-Anschluss, sondern am Router / Netzwerk angeschlossen.' A warning section lists: '• Verbinden Sie die Buchse "LAN 1" der FRITZ!Box per Netzwerkkabel mit dem Router / Netzwerk.' and '• Die FRITZ!Box arbeitet nun selbst als Router und stellt ein Netzwerk mit einem eigenen Netzwerkadressbereich zur Verfügung.' At the bottom are 'Übernehmen' and 'Abbrechen' buttons, and a footer with links: 'Ansicht: Erweitert | Inhalt | Handbuch | Tipps&Tricks | Newsletter | avm.de'

- Eventuell kann die Bildung einer Routerkaskade im Computerraum nachvollzogen werden.

Hinweis: Schulnetze sind umfangreicher als Heimnetze. Hier werden deshalb oft Class-B-Adressen mit der Subnetzmaske 255.255.0.0 verwendet.

- Es gibt Router für den Einsatz in größeren Netzen, die mehrere Zonen im Netzwerk von vorneherein unterstützen. Diese sind aber teurer als Heimrouter und um sie zu konfigurieren, muss man sich intensiv mit IP-Adressierung beschäftigen.



2.5.1 Datennetze I

Der Unterschied wird an Hand der folgenden Grafiken nochmals klarer.

- Bei der Kopplung der beiden Router über einen Switch befinden sich alle Geräte in einem Netz und damit sind alle Geräte sichtbar:

Name	IP-Adresse	MAC-Adresse	Verbindung	Eigenschaften
android-ac86bce08b3...	192.168.2.108	88:83:22:32:D4:1A	LAN 4 mit 100 Mbit/s	<input type="button"/> <input type="button"/>
android-ee538d5d03d...	192.168.2.110	EC:10:7B:40:9A:3E	LAN 4 mit 100 Mbit/s	<input type="button"/> <input type="button"/>
PC-192-168-2-1	192.168.2.1	74:31:70:E7:CB:71	LAN 4 mit 100 Mbit/s	<input type="button"/> <input type="button"/>
PC-192-168-2-104	192.168.2.104	94:44:52:43:D7:11	LAN 4 mit 100 Mbit/s	<input type="button"/> <input type="button"/>
th-nb-4	192.168.2.20	C4:17:FE:60:E5:78	WLAN 65 Mbit/s	<input type="button"/> <input type="button"/>

Hinweise:

- Die beiden Geräte „android...“ sind zwei Smartphones.
- PC-192-168-2-1 ist der andere WLAN-Router, an den
- ein Drucker mit der Bezeichnung PC-192-168-2-104 angeschlossen ist.
- th-nb-4 ist ein Windows-Rechner, der mit dem Gastnetz verbunden ist.

8. Danach wurde das Gastnetz aktiviert:

Name	IP-Adresse	MAC-Adresse	Verbindung	Eigenschaften
th-nb-4	192.168.178.20	C4:17:FE:60:E5:78	WLAN 65 Mbit/s	<input type="button"/> <input type="button"/>

- Beschreibe den Unterschied zwischen den beiden Gafiken.

Nach der Aktivierung des Gastnetzes *ist nur noch der PC sichtbar, der mit dem Netz WLAN-4gz verbunden ist.*