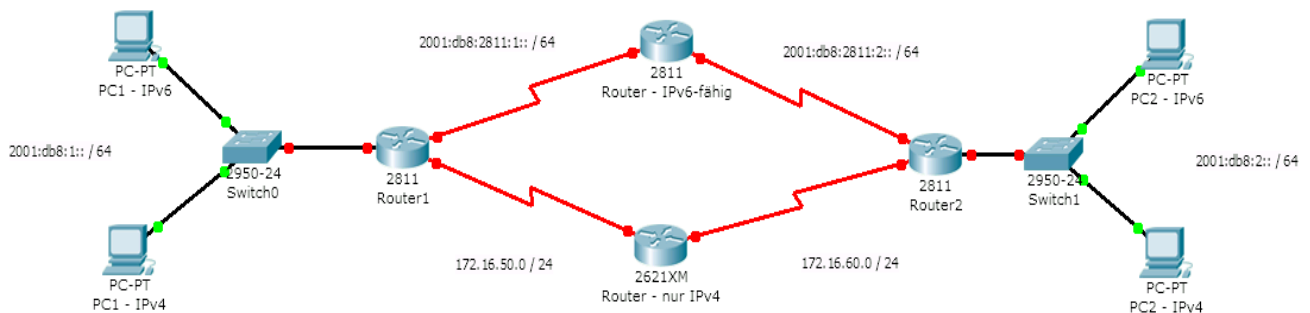


# Stationenlernen: Informationsphase zu IPv6

Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren



von Jan Quast

Klasse ITA 91

Schulische Ausbildung zum Informationstechnischen Assistenten (ITA)

4. Ausbildungshalbjahr (Berufsfachschule)

08.06.2011 im 1. Block (8:00 – 9:30 Uhr) - Raum 2422b

in Elektrotechnik



OSZ Informations- und Medizintechnik (IMT)  
Haarlemer Straße 23-27  
12359 Berlin

Herr Idler - 6. Schulpraktisches Seminar Steglitz-Zehlendorf

Frau Schachschneider - Fachseminar Elektrotechnik

## Inhaltsverzeichnis

1	Planungsgrundlagen.....	3
1.1	Curriculare Vorgaben.....	3
1.2	Planungszusammenhang.....	3
1.3	Spezielle Voraussetzungen / Besonderheiten.....	4
1.4	Aspekte individueller Kompetenzentwicklung des Lehrenden.....	5
2	Lerngruppe.....	5
2.1	Statistische Angaben.....	5
2.2	Kompetenzstand / Kompetenzprofil.....	5
3	Didaktische Entscheidungen.....	6
3.1	Relevanz der Thematik.....	6
3.2	Didaktische Reduktion und inhaltliche Strukturierung.....	7
3.3	Didaktisches Konzept.....	8
3.4	Kompetenzentwicklung und Indikatoren.....	9
3.5	Handlungsentwurf.....	10
4	Medien und verwendete Literatur.....	11
4.1	Arbeitsaufgabe.....	12
4.2	Übersicht der Stationen / Laufzettel.....	12
4.3	Regeln für die Arbeit an den Stationen.....	13
4.4	Stationen.....	14
4.5	Erwartungshorizont bei den Stationen.....	24
4.6	Beurteilungsbogen.....	29

# 1 Planungsgrundlagen

## 1.1 Curriculare Vorgaben

Im Rahmenplan der schulischen Ausbildung zum Informationstechnischen Assistenten (ITA) werden im 2. Ausbildungsjahr im Fach „Informationstechnische Systeme (ITS)“ das „Lernfeld 7: Vernetzte IT-Systeme“ und das „Lernfeld 9: Öffentliche Netze, Dienste“ angeboten. Aufgrund des hohen Stundenanteils beider Lernfelder wird das Fach ITS jedoch in zwei Unterrichtsbereiche getrennt. Das für diese Arbeitsaufgabe relevante Lernfeld 7 wird als Fach ITS-I (I=Informationstechnik) unterrichtet. Der zweite Unterrichtsbereich heißt ITS-T (T=Telekommunikationstechnik).

Die zu vermittelnden Inhalte und Kompetenzen für das Fach ITS-I werden seit letztem Halbjahr in Ausbildungsmodulen festgelegt. IPv6 wird als Inhalt in diesen Modulen nicht explizit genannt, zählt jedoch zu den im dritten und letzten Modul genannten „erweiterten LAN-, IP- und Internettechnologien“. Hier wird folgende berufliche Handlungskompetenz formuliert:

- Lokale Netzwerktechnik anforderungsgerecht in komplexeren Umgebungen mit Hilfe üblicher Netzwerkplanungsmethoden unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften begründet auswählen, installieren, konfigurieren, in Betrieb nehmen, dokumentieren, präsentieren und handhaben.

Folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten werden u.a. genannt:

- Grundlegende Fachbegriffe der Netzwerkdienste- und Protokolle auf Basis des OSI- und TCP/IP-Schichtenmodells der Netzwerkkommunikation im Hinblick auf Installation und Konfiguration lokaler Netze anwenden sowie Informationen auch in englischer Sprache auswerten.
- Komplexe Konfigurationen von CISCO-Switches und CISCO-Routern planen.
- Komplexere Abläufe bei der Neuinstallation bzw. Konfiguration von lokalen Netzen mittels Switches und Routern und weiteren Diensten wie Firewalls und Webserver, inklusive der Protokollierung von Installationsroutinen und der Erstellung der zugehörigen Dokumentation, nach Kundenwunsch planen. Funktionsfähigkeit prüfen sowie Fehlersuche und Fehlerbeseitigung (Qualitätskontrolle) durchführen. Netzkonfigurationen an den Kunden übergeben, Funktionsdemonstrationen und Einweisungen in die Nutzung durchführen.

Der nach theoretischen und praktischen Inhalten getrennte Stoffverteilungsplan wird in nächster Zukunft entsprechend den Modulbescheinigungen aktualisiert. Im aktuellen Stoffverteilungsplan wird - im Gegensatz zum oben genannten Modul - IPv6 als Thema explizit erwähnt, jedoch ist lediglich in der Theorie eine Woche des 2. Ausbildungsjahres zu IPv6 vorgesehen.

## 1.2 Planungszusammenhang

Das Modul ist insgesamt mit 144 Unterrichtsstunden (Ustd.) veranschlagt. Die oben genannten curricularen Vorgaben werden u.a. anhand der hier beschriebenen Unterrichtsreihe „Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren“ mit einem Volumen von 16 Ustd. umgesetzt. Die Arbeitsaufgabe bildet ein komplexer Kundenauftrag, in dem Anforderungen zur Konfiguration eines Firmennetzwerks, welches sich über zwei Standorte erstreckt. Die Verbindung zwischen den Standorten erfolgt über das Internet (simuliert durch zwei Router).

Das Szenario ist den Schülern/-innen bereits aus dem bisherigen Unterricht bekannt und wurde erfolgreich mit IPv4 und statischem sowie dynamischem Routing bearbeitet.

Folgende Anforderungen sollen umgesetzt werden:

- Aufbau einer Simulationsumgebung mit PacketTracer
- Grundkonfiguration der eingesetzten PCs, Switches und Router (IPv6)
- Konfiguration der „Internetverbindung“ (IPv6 und IPv4)
- Dokumentation der einzelnen Arbeitsschritte
- Übergabe der Netzwerk-Infrastruktur an die Eigentümer

Der Ablauf der Unterrichtsreihe stellt sich wie folgt dar. Die hervorgehobenen Zeilen sind die Themen der besuchten Unterrichtsstunde.

Datum / Zeit	Thema	Inhalte
<b>1. Block – 8:00-9:30 (8.6.11)</b>	<b>Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren</b>	<b>Einstieg (Orientierung)</b> <b>Stationenlernen (Information):</b>
2. Block – 9:45-11:15 (8.6.11)		- <b>Grundlagen von IPv6</b> - <b>Netzwerkkonfiguration mit IPv6</b>
3. Block – 11:35-13:05 (8.6.11)		Konfiguration des Kundenauftrages mit IPv4/IPv6 (Durchführung) Kundenübergabe (Bewertung)
4. Block – 13:30-15:00 (8.6.11)		Erstellen einer Dokumentation (Systematisierung)

### **1.3 Spezielle Voraussetzungen / Besonderheiten**

Da die Berufsfachschüler/-innen vollschulisch ausgebildet werden, ist der Anteil der praktischen Ausbildung im Rahmen des schulischen Unterrichts maßgeblich für den künftigen Erfolg von IT-Assistenten im Berufsleben. Das Fach ITS-I wird mit 8 Ustd. pro Woche verteilt an einem Tag im Labor unterrichtet.

Im Labor steht jedem Schüler ein PC zur Verfügung. Je zwei PCs bilden mit einem Switch und zwei Routern der Firma Cisco einen Arbeitsplatz, der bei Bedarf beliebig vernetzt werden kann. Der Raum besitzt einen fest installierten Beamer und eine rollbare Tafel (Whiteboard). Die benötigte Simulationssoftware PacketTracer ist auf allen PCs installiert. Der Einsatz der Simulationssoftware ist notwendig, da die realen Netzwerkkomponenten IPv6 nicht unterstützen.

Um eine bessere Betreuung in den Laboren zu gewährleisten, wird der Laborunterricht in der Regel von zwei Lehrkräften durchgeführt. In dieser Klasse werden 4 Ustd. unter anderem der gezeigte Unterrichtsblock, von zwei Lehrkräften betreut. Ich bin in dieser Klasse als Teilungslehrer eingesetzt, d.h. nur für 4 Ustd. dort eingesetzt.

Alle Arbeitsmaterialien dieser und anderer Unterrichtseinheiten stehen der Klasse in digitaler Form auf einer über das Internet zugänglichen Dokumentenverwaltung (BSCW) zur Verfügung.

## 1.4 Aspekte individueller Kompetenzentwicklung des Lehrenden

Aufgrund der bisherigen Unterrichtsbesuche stehen für mich folgende Fragen im Mittelpunkt meiner individuellen Kompetenzentwicklung:

- Umgang mit IPv6 im Unterricht (inhaltlich neues Thema)
- Anwendung der Methode Stationenlernen
- klarere Lehrerimpulse

## 2 Lerngruppe

### 2.1 Statistische Angaben

Die Klasse besteht aus 22 Schüler/-innen mit sehr homogenem schulischem Hintergrund, da alle über den Mittleren Schulabschluss verfügen:

	Nationalität		
	deutsch	Andere (türkisch)	Migrationshintergrund
Anzahl der Schüler	17	5	4

Das Durchschnittsalter der Klasse beträgt 19,5 Jahre. Zwei Schüler sind noch nicht volljährig.

	Jahrgang				
	1994	1993	1992	1991	1990
Anzahl der Schüler	1	2	5	9	5

### 2.2 Kompetenzstand / Kompetenzprofil

Der Kompetenzstand der Klasse ist nicht homogen. Allein aufgrund von hohen Fehlzeiten einzelner Schüler bestehen große Unterschiede bei den bisher erworbenen Kompetenzen. Zudem besteht auch bei den anwesenden Schülern/-innen ein sehr unterschiedliches Kompetenzniveau in allen Kompetenzbereichen. Aufgrund des bisherigen Unterrichtsverlaufs lassen sich folgende Kompetenzen bei den meisten der Schüler/-innen diagnostizieren:

#### Fachkompetenz

- die Schüler/-innen konfigurieren PCs und Netzwerkkomponenten mit IPv4-Adressen
- die Schüler/-innen richten statische Routen ein (IPv4)
- die Schüler/-innen richten dynamisches Routing ein (RIP)
- die Schüler/-innen erstellen und konfigurieren Netzwerke in PacketTracer

### **Sozialkompetenz**

- die Schüler/-innen arbeiten in Teamarbeit (für diese Unterrichtsreihe werden neue 2er-Teams gebildet)
- die Schüler/-innen unterstützen sich gegenseitig (teilweise)

### **Methodenkompetenz**

- die Schüler/-innen präsentieren ihre Arbeitsergebnisse den Lehrern
- die Schüler/-innen kennen die Methode des Stationenlernens

### **Personelle Kompetenz**

- die Schüler/-innen zeigen eine hohe Lernbereitschaft bei den praktischen Aufgaben (teilweise)
- die Schüler/-innen bearbeiten zielgerichtet und konzentriert einfache Arbeitsaufgaben (teilweise)

## **3 Didaktische Entscheidungen**

### **3.1 Relevanz der Thematik**

„Der IPv4-Adresspool der IANA reicht offenbar nicht mindestens bis März, wie als ungünstiger Fall angenommen, sondern ist offenbar jetzt schon leer. Die regionalen Adressverwalter, etwa das europäische RIPE, werben für die schnelle Einführung von IPv6, dessen großer Adressraum dieses Problem aus der Welt schafft. Auch etliche deutsche Provider, darunter die Deutsche Telekom, haben mit der IPv6-Einführung bereits begonnen oder wollen diese in diesem Jahr in Angriff nehmen.“ ([www.heise.de](http://www.heise.de), 22.1.2011, siehe auch Kapitel 4.4). Die **Zukunftsbedeutung** ist somit gegeben, da IPv6 für die Zukunft des Internets bzw. der Netzwerktechnik eine große Rolle einnehmen wird. Kompetenzen zu IPv6 werden zunehmend nachgefragt und erhöhen die Chancen der Schüler/-innen auf dem Arbeitsmarkt.

Zudem hat die Arbeitsaufgabe „Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren“ eine konkrete **Gegenwartsbedeutung** für die Schüler/-innen, da es auf die bereits durchlaufende Unterrichtsreihe zu IPv4 und zur Konfiguration von Routern aufbaut. Im Unterricht stellte sich heraus, dass die Schüler/-innen sich der Problematik der knappen IPv4-Adressen bewusst sind. Das Interesse der Schüler/-innen an diesem Thema ist daher als hoch einzuschätzen.

Die in der Arbeitsaufgabe formulierten Anforderungen bilden eine realistische berufliche Problemstellung. Der Kundenauftrag als Ausgangspunkt für die Arbeitsaufgabe bietet den Schülern/-innen einen hohen Handlungsspielraum bei der Umsetzung der Anforderungen. So ist die **exemplarische Bedeutung** bei dieser Arbeitsaufgabe gegeben, da allgemeine Anforderungen einer beruflichen Handlungssituation individuell / situativ umgesetzt werden.

### 3.2 Didaktische Reduktion und inhaltliche Strukturierung

Eine erste inhaltliche Struktur ergibt sich aus der Orientierung am OSI-Modell, welches die Datenübertragung in verschiedene Schichten unterteilt, die je eigene Aufgaben und Funktionen haben. Bei dieser Arbeitsaufgabe zu IPv6 steht die Vermittlungsschicht (3. Schicht) im Mittelpunkt. Die Vermittlungsschicht bildete bereits in der vorherigen Unterrichtsreihe zu IPv4 und Routing den Schwerpunkt, sodass die Schüler/-innen auf ihr Vorwissen zurückgreifen und dieses vertiefen können:

7	Anwendungsschicht	
6	Darstellungsschicht	
5	Sitzungsschicht	
4	Transportschicht	
3	Vermittlungsschicht	← Schwerpunkt dieser Arbeitsaufgabe
2	Sicherungsschicht	
1	Bitübertragungsschicht	

Durch den Einsatz eines Kundenauftrages als Arbeitsaufgabe mit konkreten Anforderungen wird eine inhaltliche Strukturierung vorgegeben und ein hoher Bezug zur realen Berufswelt hergestellt (siehe Kapitel 1.2). Die Anforderungen sind so strukturiert, dass diese aufeinander aufbauen und sich am Kreis der vollständigen Handlung orientieren (vgl. Kapitel 3.3):

- Informationsbeschaffung zu IPv6 ← Information
  - Planung der Netzwerkkonfiguration ← Planung / Entscheidung
  - Grundkonfiguration der Switches und Router
  - Netzwerkkonfiguration
  - Konfiguration des Routings
  - Kundenübergabe ← Bewertung
- } Ausführung / Prüfung

Von technischer Seite erfolgt eine **vertikale didaktische Reduktion** durch die Einschränkung auf Switches und Router bzw. auf die Simulationssoftware PacketTracer der Firma Cisco und durch die Anwendung bei Betriebssystemen der Firma Microsoft. Die Aufgabenstellungen wurden jedoch nach Möglichkeit so ausgewählt, dass ein Transfer zu anderen Netzwerkkomponenten bzw. Betriebssystemen möglich ist, Cisco-spezifische Techniken werden daher nicht berücksichtigt. Die Inhalte wurden durch die Formulierung der Arbeitsaufgabe (siehe Kapitel 4.1) vertikal reduziert bzw. umgekehrt. Beispielsweise wurden auf detaillierte Einteilungen der Adressbereiche, auf die detaillierte Funktion der Autokonfiguration, auf die Adressvergabe mit DHCP, auf weitere Routing-Protokolle als RIPng, auf Übersetzungsverfahren, auf Möglichkeiten der „Zwischennutzung“ wie Teredo oder Proxyserver / Tunnelanbieter wie sixxs bewusst verzichtet. Da PacketTracer 6to4-Tunnel nicht unterstützt, wurde auf diese Anwendung ganz verzichtet.

Der Einsatz einer Simulationssoftware ist zugleich auch **horizontale didaktische Reduktion**, da es eine vereinfachte Darstellung eines Netzwerks bietet (keine Hardware, Übersichtlichkeit, Kontrollmöglichkeit für die Schüler/-innen, etc.). Die Arbeitsmaterialien zu den einzelnen Stationen wurden auf möglichst isolierte Themenfelder konzentriert und möglichst einfach formuliert und gestaltet, um diese dem Kompetenzstand der Schüler anzupassen (vgl. Kapitel 2.2).

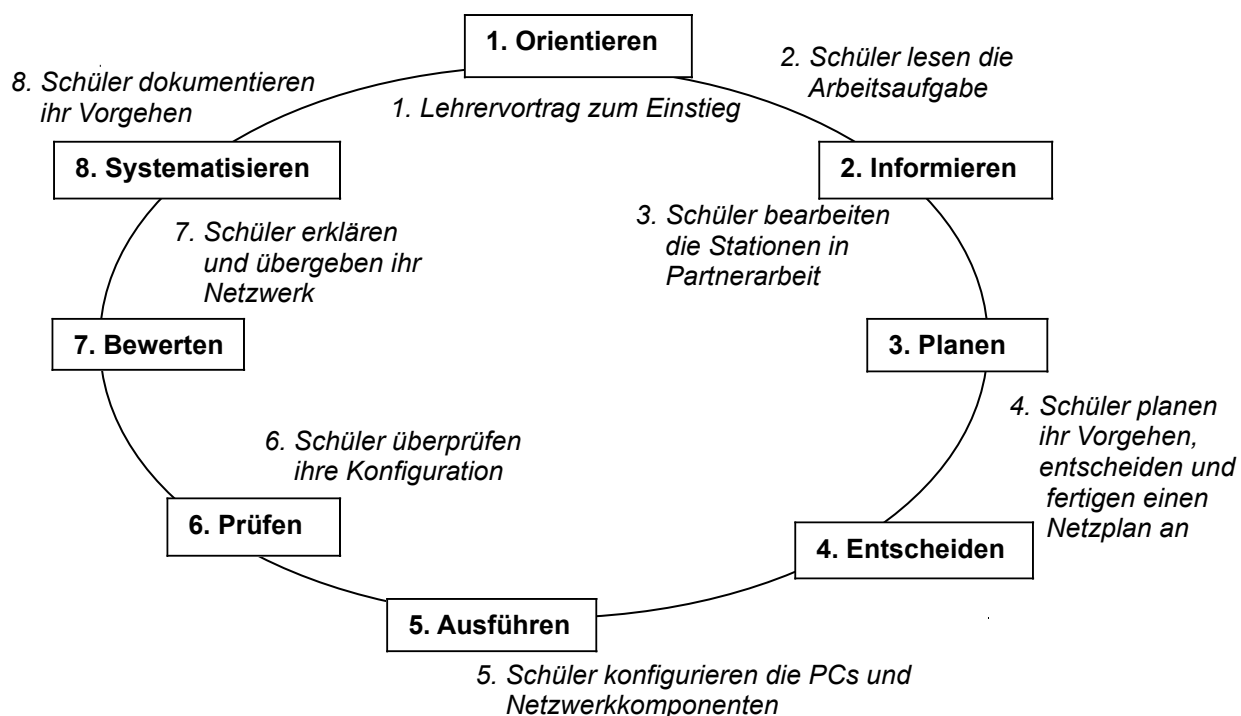
### 3.3 Didaktisches Konzept

Die einzelnen Themen sollen laut Rahmenplan in Einzel- und Teamarbeit sowie überwiegend anhand von Kundenaufträgen handlungsorientiert erarbeitet werden. Die Inhalte und die Lernprozesse sind dabei möglichst stark an der Lebens- und Berufswelt der Schüler/-innen orientiert.

„Handlungsorientierter Unterricht ist ein ganzheitlicher und schüleraktiver Unterricht, in dem die zwischen dem Lehrer und den Schülern vereinbarten Handlungsprodukte die Organisation des Unterrichtsprozesses leiten, sodass Kopf- und Handarbeit der Schüler in ein ausgewogenes Verhältnis zueinander gebracht werden können.“ (Meyer 1987:214)

Dieses Konzept wurde für die Unterrichtsreihe „Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren“ ausgewählt, weil anhand der Arbeitsaufgabe bzw. des Kundenauftrages die Schüler/-innen mit einer konkreten beruflichen Handlungssituation konfrontiert werden, was insbesondere für die vollschulischen Bildungsgänge und den lernfeldorientierten Unterricht geeignet ist. Durch Freiheitsgrade bei der Erstellung der Handlungsprodukte erhalten die Schüler/-innen die Möglichkeit, ihre Handlungskompetenz individuell zu stärken und zu erweitern. Handlungsprodukt der Arbeitsaufgabe ist das eingerichtete und den Vorgaben entsprechend konfigurierte Netzwerk.

Durch die Orientierung am handlungsorientierten Unterricht anhand eines möglichst authentischen Kundenauftrags durchlaufen die Schüler/-innen bei allen Lernaufgaben zum „Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren“, die Phasen des handlungsorientierten Unterrichts (vgl. Kapitel 3.4 und 3.5):



Die Phasen „Orientieren“ und „Informieren“ sind Gegenstand der gezeigten Unterrichtsstunde. Das Informieren wird durch die Methode Stationenlernen umgesetzt:

Beim Stationenlernen sind an verschiedenen Positionen im Raum, den „Lernstationen“, Arbeitsaufträge unterschiedlicher Art ausgelegt, die nacheinander von den Schüler/-innen bearbeitet werden. Die Aufträge befassen sich mit verschiedenen Aspekten zu IPv6, können aber teilweise unabhängig voneinander und in unterschiedlicher Reihenfolge bearbeitet werden (vgl. Kapitel 4.2). Dadurch erhalten die Schüler/-innen die Möglichkeit, ihren Lernweg entsprechend ihrer Interessen



und Fähigkeiten selbst zu steuern. Durch die Partnerarbeit können die Schüler/-innen sich gegenseitig unterstützen. Unterschiede im Leistungsvermögen und Lernverhalten einzelner Schüler/-innen können so leichter im Unterricht berücksichtigt und beobachtet werden. Für die Beobachtung der Sozial- und Methodenkompetenzen bearbeiten die Lehrer während des Stationenlernens einen entsprechenden Beobachtungsbogen (siehe Kapitel 4.6).

„Im Stationenlernen wird durch Art und Auswahl der Aufträge die Vielfalt möglicher Zugänge zum Stoff betont: Alle Sinneskanäle lassen sich durch die Art des ausgewählten Materials und Aufgabenstellungen ansprechen. Auch direktes Handeln kann durch gezielte Aufforderungen für Entscheidungen bei der Aufgabenbearbeitung gefördert werden. Die Methode weist den Lernenden eine aktive und verantwortungsvolle Rolle innerhalb des Lernprozesses zu. Damit steht sie anderen handlungsorientierten Methoden nahe.“ (Reich, 2008)

Das gleichzeitige Lernen an gleichen oder unterschiedlichen Lernaufgaben bedarf, wie alle Gruppenprozesse, definierte Regeln. Diese werden den Schülern/-innen vor dem Beginn des Stationenlernens nahegebracht und bilden die Grundlage für den Beobachtungsauftrag der Lehrenden (siehe Kapitel 4.3 und 4.6). Um den Schülern/-innen auch eine Selbstbeurteilung des Lernprozesses zu ermöglichen, widmet sich eine Station dieser Fragestellung durch die Methode Zielscheibe (siehe Kapitel 4.4).

Bei den Lernstationen wechseln sich theoretische mit praktischen Aufgabenstellungen ab. Die neuen Informationen werden in einem ähnlichen Kontext wie in der eigentlichen Arbeitsaufgabe umgesetzt, um einen möglichst guten Transfer zu ermöglichen. Die Schüler/-innen besitzen nach Bearbeitung aller Lernstationen die notwendigen Informationen, um die Arbeitsaufgabe zu lösen. Die Arbeitsaufgabe wird daher nicht weiter untergliedert und / oder reduziert. Die Anwendung der im Stationenlernen in einer komplexen Aufgabenstellung soll hier gefördert werden.

### **3.4 Kompetenzentwicklung und Indikatoren**

Folgende Handlungskompetenzen werden in der gezeigten Unterrichtsstunde bzw. in der Unterrichtsreihe entwickelt:

<b>Prozessbezogene Indikatoren</b>	<b>Produktbezogene Indikatoren</b>
Schüler/-innen bearbeiten in Partnerarbeit selbst organisiert die Aufgabenstellungen an den einzelnen Stationen, erarbeiten sich die Informationen, finden eigenständig Lösungen und vergleichen diese mit den Musterlösungen bzw. besprechen sie mit den Lehrern und korrigieren ggf. ihre Lösung. (Stationen 0 - 3)	Arbeitsblätter zu den einzelnen Stationen (vgl. Kapitel 4.5)
Schüler/-innen bearbeiten in Partnerarbeit selbst organisiert die Aufgabenstellungen an den einzelnen Stationen, konfigurieren die Arbeitsplatz-PCs mit IPv6 und vergleichen diese mit den Musterlösungen bzw. besprechen sie mit den Lehrern und korrigieren ggf. ihre Lösung. (Stationen 4 - 5)	Arbeitsblätter zu den einzelnen Stationen (vgl. Kapitel 4.5)
Schüler/-innen bearbeiten in Partnerarbeit selbst organisiert die Aufgabenstellungen an den einzelnen Stationen, erstellen mit PacketTracer kleine Netzwerke mit IPv6 und vergleichen diese mit den Musterlösungen bzw. besprechen sie mit den Lehrern und korrigieren ggf. ihre Lösung. (Stationen 6 - 8)	PacketTracer-Dateien (vgl. Kapitel 4.5)
Schüler/-innen beurteilen Ihren Lernprozess während des Stationenlernens mit der Methode Zielscheibe (Station 9)	Arbeitsblatt (vgl. Kapitel 4.4)

### 3.5 Handlungsentwurf

Anhand der folgenden Tabelle wird der geplante Ablauf des Unterrichtsblocks deutlich:

Zeit	Inhalt	Didaktischer Kommentar	Medien / Material
8:00 - 8:15	Lehrer stellt die Gäste und das Thema des heutigen Tages vor  Lehrer stellt den Arbeitsauftrag vor und verteilt diesen an die Schüler/-innen  Lehrer verteilt den Laufzettel, erklärt Ablauf und Regeln des Stationenlernens, stellt die einzelnen Stationen vor	Lehrervortrag (Plenum)  Lehrer-Schüler-Gespräch (Plenum)  → Orientierung	Beamer  Arbeitsaufgabe, Laufzettel (vgl. Kap 4.1 + 4.2)  Regeln (vgl. Kap 4.3)
Beginn des Stationenlernens: Schüler/-innen verteilen sich auf die einzelnen Stationen			
8:15 - 9:30	Schüler/-innen verteilen sich in ihren Arbeitsgruppen gleichmäßig an den Stationen und beginnen mit der Bearbeitung der Aufgaben  Schüler/-innen erarbeiten sich selbstständig ihre Lösungen und vergleichen diese mit den Musterlösungen bzw. besprechen diese mit den Lehrern  Lehrer stehen für Fragen beratend zur Verfügung und zeichnen die Laufzettel ab  Lehrer beobachten die Schüler/-innen	Schüleraktivität (Partnerarbeit)  Lehrer-Schüler-Gespräch (Partnerarbeit)  → Information	Laufzettel, Arbeitsblätter (vgl. Kap 4.2 + 4.4)  PCs mit PacketTracer  PCs mit Windows 7 und Windows XP  PCs mit Internetzugang  Musterlösungen (vgl. Kap 4.5)  Beobachtungsbogen (vgl. Kap 4.6)
Sofern alle Arbeitsgruppen eine Station oder mehrere Stationen bearbeitet haben, erfolgt am Ende des Unterrichtsblockes eine Ergebnissicherung in Form einer Schülerpräsentation im Plenum zu der bearbeiteten Station			

Die Ergebnissicherung erfolgt individuell durch den Abgleich mit den Musterlösungen und den Rücksprachen mit den Lehrern. Eine Ergebnissicherung im Plenum erfolgt am Ende der Informationsphase / des Stationenlernens exemplarisch für einzelne Stationen. Hier erfolgt zudem ein Rückblick auf die Arbeitsaufgabe. Im weiteren Verlauf arbeiten die Schüler/-innen an der eigentlichen Arbeitsaufgabe, der Konfiguration des Netzwerkes für IPv4- und IPv6-Rechner.

## 4 Medien und verwendete Literatur

### Arbeitsmaterialien

- 4.1. Arbeitsaufgabe
- 4.2. Übersicht der Stationen / Laufzettel
- 4.3. Regeln für die Arbeit an den Stationen
- 4.4. Stationen
- 4.5. Erwartungshorizont bei den Stationen
- 4.6. Beobachtungsbogen

### Medien

- Lehrerarbeitsplatz (PC und Beamer)
- Schülerarbeitsplätze (2 PCs, Internetzugang)
- Simulationssoftware PacketTracer
- 2 Filme / Mediaplayer

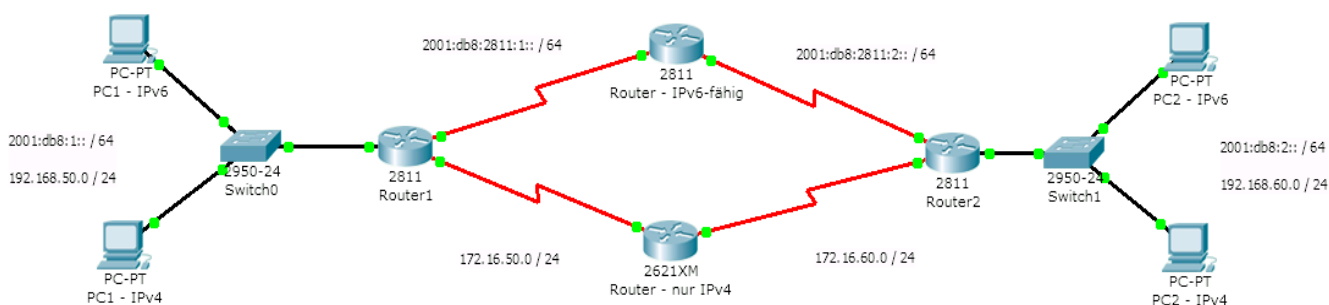
### Sekundärliteratur

- H. Meyer (1987) „Unterrichtsmethoden 1: Theorieband“ Berlin, Cornelsen
- K. Reich (2008) „Konstruktivistische Didaktik – Methodenpool: Stationenlernen“ in: <http://methodenpool.uni-koeln.de>
- T. Tenbusch (2011) „Unterrichtsentwurf: Fehleranalyse bei Software“

## 4.1 Arbeitsaufgabe

### Ausgangssituation

Als angesehener Spezialist der Netzwerktechnik erhalten Sie die Aufgabe, das Netzwerk der IT-Profi GmbH zu planen und einzurichten:



Das Netzwerk der IT-Profi GmbH verteilt sich über zwei Standorte in Berlin. In jedem Standort stehen Ihnen ein Switch zur Anbindung der Arbeitsplätze und ein Router für den Zugang zum Internet zur Verfügung. Die IT-Profi GmbH will für die Zukunft gerüstet sein und ihr Firmennetzwerk langsam auf IPv6 umstellen. Neue Rechner sollen daher direkt mit IPv6 konfiguriert werden, die alten Arbeitsplätze nach und nach umgestellt werden.

Beide Standorte sollen Daten über das Internet austauschen können. Die alten Arbeitsplätze sollen weiterhin über IPv4 geroutet werden, die neuen Rechner über IPv6.

### Arbeitsaufgabe

Damit Sie mit der Konfiguration des Netzwerks beginnen können, müssen Sie sich über den generellen Aufbau von IPv6-Adressen, über die Einrichtung und Besonderheiten von IPv6 informieren. Ihre bisherigen Kenntnisse über IPv4 werden Ihnen helfen.

Dazu stehen Ihnen heute verschiedene Lernstationen zur Verfügung, an denen Sie sich diese Informationen erarbeiten können.

Bearbeiten Sie im 2er-Team die Aufgaben an den einzelnen Lernstationen. Die Reihenfolge der Bearbeitung bleibt Ihnen überlassen, lediglich für die letzten vier Stationen sollten Sie die Grundlagen bereits bearbeitet haben. Suchen Sie sich jeweils eine noch freie Lernstation. Die Bearbeitung der Station 0 ist freigestellt.

Wenn Sie eine Station bearbeitet haben, vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit den Musterlösungen. Lassen Sie sich die Bearbeitung auf Ihrem Laufzettel bestätigen.

## 4.2 Übersicht der Stationen / Laufzettel

Bearbeiten Sie im 2er-Team die Aufgaben an den einzelnen Lernstationen. Die Reihenfolge der Bearbeitung bleibt Ihnen überlassen, suchen Sie sich jeweils eine noch freie Lernstation. Die Bearbeitung der Station 0 ist freigestellt.

<b>Grundlagen IPv6</b>		
<b>Station</b>	<b>Thema</b>	<b>Erledigt</b>
0	Wiederholung: Umrechnung Zahlensysteme (Hexadezimal)	
1	Einführung von IPv6	
2	Schreibweise von IPv6-Adressen	
3	Adressarten bei IPv6	
<b>IPv6-Konfiguration in Windows 7 und XP</b>		
<b>Station</b>	<b>Thema</b>	<b>Erledigt</b>
4	Verbindungslokale Adressen	
5	Globale Adressen	
<b>Netzwerkkonfiguration in PacketTracer</b>		
<b>Station</b>	<b>Thema</b>	<b>Erledigt</b>
6	Erste Netzwerkkonfiguration	
7	Statisches Routing mit IPv6	
8	Dynamisches Routing mit IPv6	
<b>Beurteilung des Stationenlernens</b>		
<b>Station</b>	<b>Thema</b>	<b>Erledigt</b>
9	Zielscheibe	

### **4.3 Regeln für die Arbeit an den Stationen**

- Arbeitsaufträge gründlich lesen
- Selbstständig Lösungswege finden
- Bei Schwierigkeiten:
  1. den Partner fragen
  2. den Lehrer fragen
  3. die Musterlösung ansehen
- Sorgfältig mit Materialien umgehen
- Arbeitsplatz ordentlich verlassen
- Lösungen ehrlich selbst kontrollieren. Erkennen Sie Ihre Stärken und Schwächen!
- Lautstärke niedrig halten: Niemanden stören!

## 4.4 Stationen

### Station 0

IPv6-Adressen werden nicht dezimal, sondern hexadezimal dargestellt, um die Länge zu reduzieren. Dabei wird die Zahl in acht Blöcke zu jeweils 16 Bit unterteilt. Diese Blöcke werden ähnlich wie bei den MAC-Adressen durch Doppelpunkte getrennt notiert.

Beispiel: 2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344

Jeweils eine Hexadezimalstelle entspricht vier Binärstellen, denn  $2^4 = 16$ . Daher lassen sich diese Systeme auch ohne Umweg direkt und stellenweise umwandeln.

#### Vom Binär- ins Hexadezimalsystem

Unterteilen Sie die Binärzahl von rechts nach links in 4er-Päckchen, und wandeln Sie jedes Päckchen nach nebenstehender Tabelle in die entsprechende Hexadezimalzahl um.

Beispiel:  $10010110101011_{(2)} = 0010\ 0101\ 1010\ 1011_{(2)} = 25AB_{(16)}$

#### Vom Hexadezimal- ins Binärsystem

Wandeln Sie die Hexadezimalzahlen der Reihe nach in die entsprechenden vierstelligen Binärzahlen um.

Beispiel:  $49A02_{(16)} = 0100\ 1001\ 1010\ 0000\ 0010_{(2)} = 100100110100000010_{(2)}$

### Arbeitsaufgaben

1. Wandeln Sie folgende Hexadezimalzahlen in Dualzahlen um:

2001 : \_\_\_\_\_

fe80 : \_\_\_\_\_

ff00 : \_\_\_\_\_

3fca : \_\_\_\_\_

2. Wandeln Sie folgende Dualzahlen in Hexadezimalzahlen um:

1100111010101101 : \_\_\_\_\_

1010111110000111 : \_\_\_\_\_

0001110001110001 : \_\_\_\_\_

3. Wandeln Sie folgende Dezimalzahlen in Hexadezimalzahlen um:

192 : \_\_\_\_\_      168 : \_\_\_\_\_      60 : \_\_\_\_\_      234 : \_\_\_\_\_

172 : \_\_\_\_\_      16 : \_\_\_\_\_      255 : \_\_\_\_\_      128 : \_\_\_\_\_

## Station 1

Das Internet Protocol Version 6 (IPv6) ist der Nachfolger der gegenwärtig im Internet noch überwiegend verwendeten Version 4 des Internet Protocol.

Auf heise.de wurde dazu folgende Pressemitteilung veröffentlicht:

News-Meldung vom 22.01.2011 13:49

### IPv4: Der Countdown läuft ab

Der IPv4-Adresspool der IANA reicht offenbar nicht mindestens bis März, wie als ungünstiger Fall angenommen, sondern ist offenbar jetzt schon leer. Während das Countdown-Widget von iNetCore die Restzahl mit 0 angibt, zählt Hurricane Electric derzeit von rund 42 Millionen Adressen herunter und sagt ein Ende in 10 Tagen vorher. Noch im Dezember 2010 hatte iNetCore geschätzt, dass die IPv4-Adressen bis Dezember 2011 reichen würden. Doch es deutete sich damals schon an, dass die verbliebenen sieben /8-Böcke schneller aufgebraucht sein würden, als von dem Widget geschätzt.

Die regionalen Adressverwalter, etwa das europäische RIPE, werben für die schnelle Einführung von IPv6, dessen großer Adressraum dieses Problem aus der Welt schafft. Auch etliche deutsche Provider, darunter die Deutsche Telekom, haben mit der IPv6-Einführung bereits begonnen oder wollen diese in diesem Jahr in Angriff nehmen.

URL dieses Artikels: <http://www.heise.de/netze/meldung/IPv4-Der-Countdown-laeuft-ab-1175088.html>

## Arbeitsaufgaben

1. Welche Organisationen verbergen sich hinter den Abkürzungen IANA und RIPE und welche Aufgaben haben sie?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Der größere Adressraum wird als wesentlicher Vorteil von IPv6 genannt. Wie viele IPv6-Adressen (und wie viele IPv4-Adressen) gibt es? Rechnen Sie aus, wie viele IP-Adressen pro m<sup>2</sup> weltweit vergeben werden können. Die Oberfläche der Erde hat 510,1 Millionen km<sup>2</sup>.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Viele Dienste im Internet könnten Sie bereits jetzt über IPv6 erreichen, wenn Ihr Provider dies anbieten würde. Testen Sie bei drei Internetseiten, ob diese bereits eine IPv6-Adresse anbieten. Nutzen Sie dazu den Befehl `<nslookup -type=a www.IhreSeite.de>` bzw. `<nslookup -type=aaaa www.IhreSeite.de>`. Notieren Sie die IPv4- und die IPv6-Adresse.

<a href="http://www.heise.de">www.heise.de</a>	IPv4 : _____	IPv6 : _____
<a href="http://www.oszimt.de">www.oszimt.de</a>	IPv4 : _____	IPv6 : _____
_____	IPv4 : _____	IPv6 : _____

4. Schauen Sie sich den Film zur Station 1 an. Was ist das Problem bei der Umstellung auf IPv6 und wie hat es das Team Ulm gelöst?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Station 2

IPv6-Adressen werden nicht dezimal, sondern hexadezimal dargestellt, um die Länge zu reduzieren. Dabei wird die Zahl in acht Blöcke zu jeweils 16 Bit unterteilt. Diese Blöcke werden durch Doppelpunkte getrennt notiert.

Beispiel: 2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344

Um die Schreibweise weiter zu vereinfachen, können IPv6-Adressen unter folgenden Regeln abgekürzt werden:

1. Führende Nullen innerhalb eines Blockes dürfen ausgelassen werden:  
(aus 2001:0db8:0000:08d3:0000:8a2e:0070:7344 wird 2001:db8:0:8d3:0:8a2e:70:7344)
2. Ein oder mehrere aufeinanderfolgende Blöcke, deren Wert 0 (bzw. 0000) beträgt, dürfen ausgelassen und durch einen Doppelpunkt ersetzt werden:  
(aus 2001:db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab wird 2001:db8::1428:57ab)  
Diese Verkürzung darf allerdings nur einmal je Adresse verwendet werden.

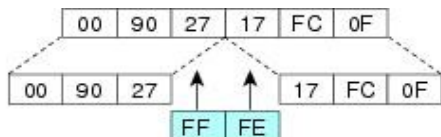
## Arbeitsaufgaben

1. Wandeln Sie folgende IPv6-Adressen in verkürzter Schreibweise um.
  - a) 2001:0002:0000:0000:ad01:00cd:0000:0001 \_\_\_\_\_
  - b) FD01:00DF:1234:ad01:ad01:0000:0000:0000 \_\_\_\_\_
  - c) FE80:3456:1234:1af5:000f:0000:0000:a001 \_\_\_\_\_

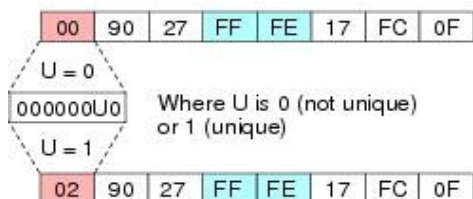




Verbindungslokale Adressen haben das Präfix fe80::/64, d.h. die ersten 64 bit beschreiben den Netzwerkteil. Die zweiten 64 bit beschreiben den individuellen Hostteil. Ein Verfahren diesen notwendigerweise eindeutigen Hostteil zu bestimmen ist die Nutzung der MAC-Adresse. Da eine MAC-Adresse nur 48 bit lang ist, muss nach folgendem Verfahren aufgefüllt werden:



In die MAC-Adresse wird die Bitfolge FFFE in die Mitte eingefügt.



Das 7. Bit wird umgekehrt ( 0 → 1 ; 1 → 0 )

### Arbeitsaufgaben

- Bestimmen Sie den Hostteil für folgende MAC-Adressen:

00-0C-29-B7-47-A7 : \_\_\_\_\_

00-E0-4C-39-14-BF : \_\_\_\_\_

- Bei neueren Betriebssystemen ist IPv6 bereits integriert und funktionsfähig. Windows 7 arbeitet automatisch auch mit IPv6-Adressen, während bei Windows XP diese Funktion erst nachträglich installiert werden muss. Die Möglichkeit IPv6 zu installieren finden Sie in den Netzwerkeinstellungen der jeweiligen Netzwerkkarte (siehe Abbildung).

Installieren Sie für Windows XP die IPv6-Funktion auf dem PC.

### Station 5

Es gibt verschiedene IPv6-Adressbereiche mit Sonderaufgaben und unterschiedlichen Eigenschaften. Diese werden meist schon durch die ersten Bits der Adresse gekennzeichnet. Neben den in Station 3 angesprochenen Link-local-Adressen gibt es sogenannte globale Adressen:

#### Global Unicast

Diese stehen für die von der IANA vergebenen routbaren und weltweit einzigartigen IPv6-Adressen. Solch eine IPv6-Adresse bekommen Sie von Ihrem Provider als öffentliche Adresse zugewiesen, mit dieser können Sie also auch ins Internet.

Die Deutsche Telekom wird allen Privatkunden noch in diesem Jahr solch eine öffentliche IPv6-Adresse zuweisen. Im Gegensatz zu IPv4 bekommt jeder Anschluss nicht nur eine öffentliche IP-Adresse, sondern ein /56-Netz zugeteilt:

Netzwerkteil 56 bit	Subnetzteil 8 bit	Hostteil 64 bit
---------------------	-------------------	-----------------

## Arbeitsaufgaben

1. Bestimmen Sie die Anzahl der Subnetze, die jeder Kunde der Telekom mit einem IPv6-fähigen Anschluss nutzen kann. Wie viele Clients können pro Subnetz angesprochen werden?

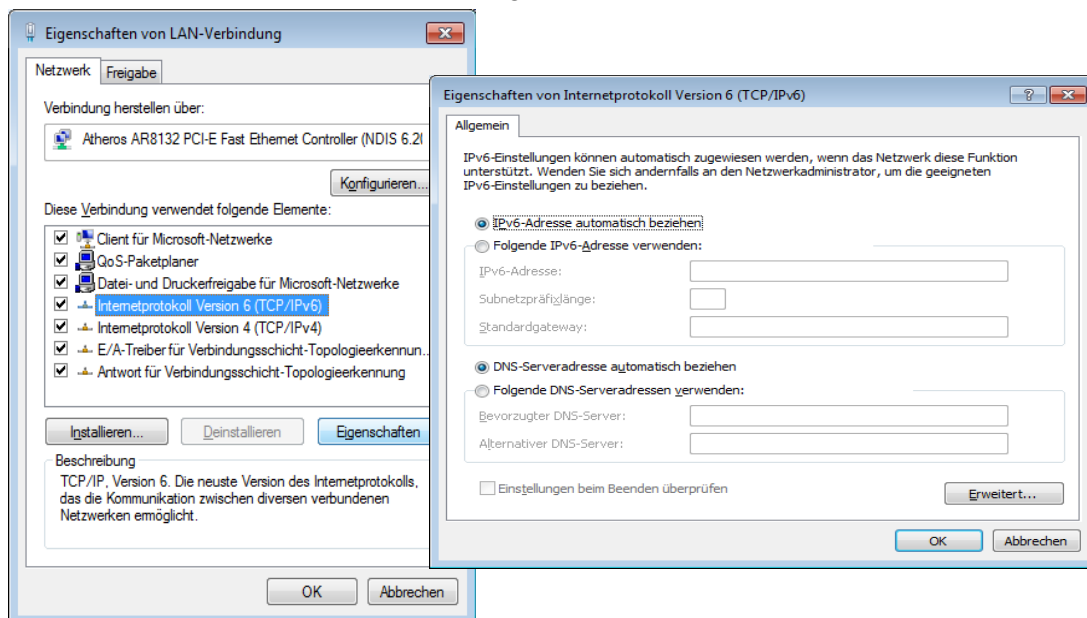
---

---

---

---

2. Weisen Sie dem virtuellen Windows-7-Client und dem Windows-XP-Client je eine globale IPv6-Adresse zu:
  - Bei Windows 7 können Sie die IPv6-Adresse über die Netzwerkeinstellungen eingeben. Tragen Sie die Adresse 2001:db8:4::X/64 ein, wobei X Ihrer Nummer im Klassenbuch entspricht. Den Eintrag für den DNS-Server lassen Sie offen.



Notieren Sie Ihre Adresse: \_\_\_\_\_

- Bei Windows XP müssen Sie die IPv6-Adresse über die Kommandozeile konfigurieren. Dazu dient der folgende Befehl:

`<netsh interface ipv6 set address „LAN-Verbindung“ 2001:db8:4::Y>`

Wobei „LAN-Verbindung“ der Name der Schnittstelle und Y der Nummer Ihres Partners im Klassenbuch entsprechen.

Notieren Sie Ihre Adresse: \_\_\_\_\_

Überprüfen Sie Ihre Konfiguration mit <ipconfig>. Wie viele IP-Adressen hat die Schnittstelle „LAN-Verbindung“?

---

---

---

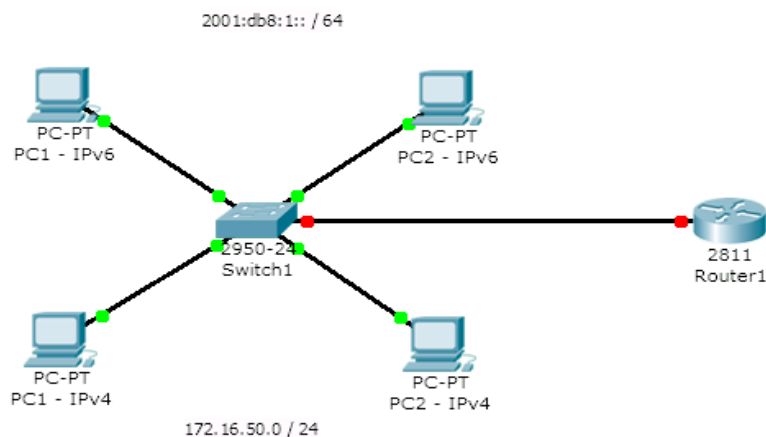
Bei IPv6 ist es also durchaus üblich, dass eine Schnittstelle mehrere IP-Adressen hat. Es lassen sich auch mehrere globale Adressen einrichten.

3. Testen Sie mit dem Befehl ping die Verbindung zwischen beiden Clients sowohl mit den link-lokalen, den von Ihnen eingerichteten globalen IPv6-Adressen als auch mit den IPv4-Adressen. Protokollieren Sie Ihre Ergebnisse tabellarisch.

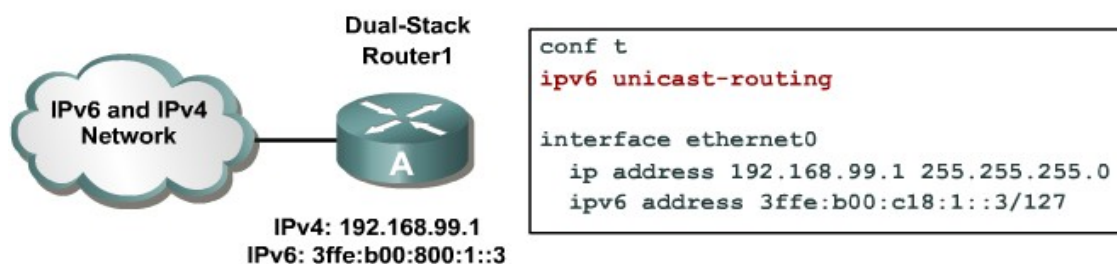
### Station 6

Leider können die Router im Labor kein IPv6. Daher müssen wir auf die Simulationssoftware PacketTracer in der Version 5.3.2 zurückgreifen.

Das abgebildete Netzwerk soll teilweise mit IPv4- und mit IPv6-Adressen konfiguriert werden. Mit beiden Adresstypen soll es möglich sein, zum Router und zu allen anderen Arbeitsplätzen eine Verbindung aufzubauen.



Die Konfiguration der IPv4-Adressen ist Ihnen bereits bekannt. Die IPv6-Adressen werden ähnlich konfiguriert:



Nutzen Sie die Vorgaben in der Abbildung. Der Router erhält jeweils die erste und die beiden Arbeitsplätze die zweite und dritte IP-Adresse. Testen Sie die Verbindung mit <ping>.

#### Erklärung:

Dual-Stack ist eine Methode, bei der ein Router oder ein Rechner sowohl IPv4 als auch IPv6 versteht und Verbindungen zu jedem dieser beiden Netzwerke erlaubt. Ein solcher Router verfügt

## Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren

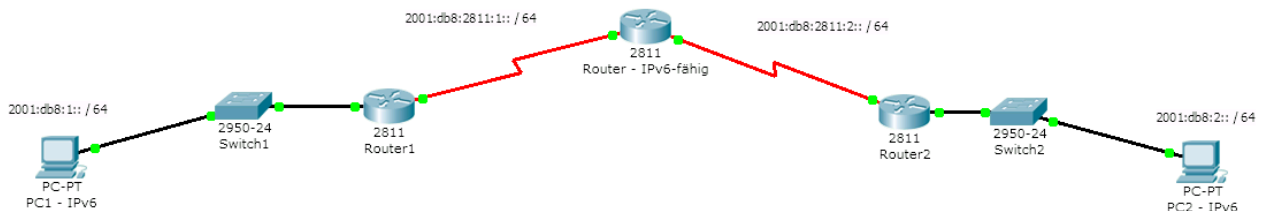
über zwei IP-Adressen, die auf einer oder mehreren Schnittstellen konfiguriert sein können. Welcher Stapel verwendet wird, wird anhand der Zieladresse entschieden.

**Speichern Sie die PacketTracer-Datei in dem entsprechenden Ordner unter Ihrem Namen!**

### Station 7

Leider können die Router im Labor kein IPv6. Daher müssen wir auf die Simulationssoftware PacketTracer in der Version 5.3.2 zurückgreifen.

Das abgebildete Netzwerk soll mit IPv6-Adressen und statischem Routing so konfiguriert werden, dass die beiden PCs Daten austauschen können:



Die Befehle zum statischen Routing mit IPv6 unterscheiden sich wenig von denen zu IPv4.

- IPv6-Funktion einschalten `ipv6 unicast-routing`
- statisches Routing `ipv6 route <Netz-ID / Netzmaske> <Interface>`  
(z.B. `ipv6 route 13::/64 serial 0/1`)
- überprüfen `show ipv6 route`

Nutzen Sie die Vorgaben in der Abbildung. Der Router erhält jeweils die erste und die beiden Arbeitsplätze jeweils die zweite IP-Adresse. Testen Sie die Verbindung mit <ping>.

Protokollieren Sie exemplarisch die Eingaben für den „Router – IPv6-fähig“:

---

---

---

---

---

---

---

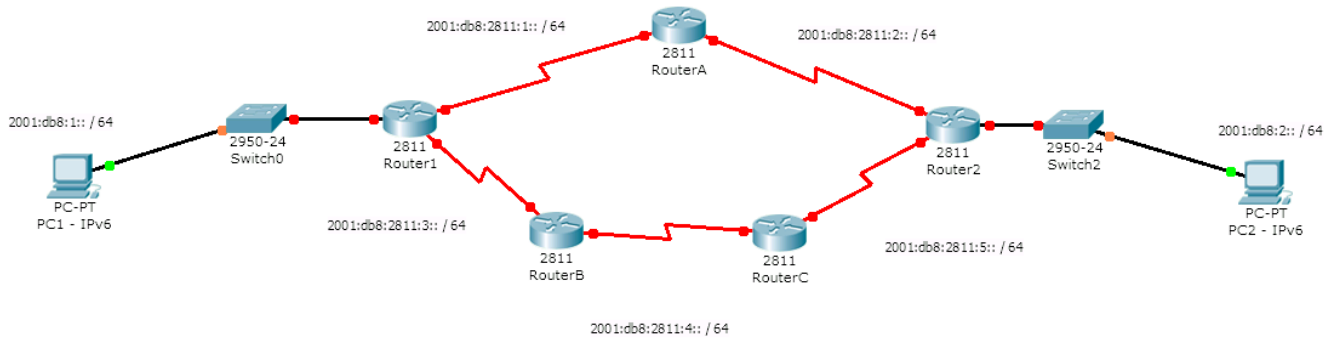
---

**Speichern Sie die PacketTracer-Datei in dem entsprechenden Ordner unter Ihrem Namen!**

### Station 8

Leider können die Router im Labor kein IPv6. Daher müssen wir auf die Simulationssoftware PacketTracer in der Version 5.3.2 zurückgreifen.

Das abgebildete Netzwerk soll mit IPv6-Adressen und dynamischem Routing so konfiguriert werden, dass die beiden PCs Daten austauschen können:



Als Routing-Protokoll wird RIPng (Routing Information Protocol Next-Generation) verwendet. RIPng basiert auf das Ihnen bereits bekannte RIP Version 2. Im Gegensatz zu RIPv2 erhält der Austausch der Routing-Informationen bei RIPng einen eindeutigen Namen. Nur Router, bei denen der Name identisch ist, können sich austauschen. Zudem müssen Sie bei RIPng nicht die angeschlossenen Netzwerke eingeben, sondern Sie binden bei RIPng die jeweiligen Schnittstellen ein. Die Befehle zum Konfigurieren des dynamischen Routing mit IPv6:

- IPv6-Funktion einschalten `(config)# ipv6 unicast-routing`
- statisches Routing einschalten `(config)# ipv6 router rip <name>`
- Schnittstelle einbinden `(config-if)# ipv6 rip <name> enable`
- überprüfen `# show ipv6 route`

Nutzen Sie die Vorgaben in der Abbildung. Als Name für den Routing-Prozess nehmen Sie Ihren Namen. Der Router erhält jeweils die erste und die beiden Arbeitsplätze jeweils die zweite IP-Adresse. Testen Sie die Verbindung mit <ping>.

Protokollieren Sie exemplarisch die Eingaben für den „Router 1“:

---

---

---

---

---

---

---

---

Geben Sie die Routing-Tabelle für den „Router A“ an:

---

---

---

---

## Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren

---

---

---

---

Was passiert, wenn Sie die Verbindung zwischen „Router A“ und „Router 2“ unterbrechen?

---

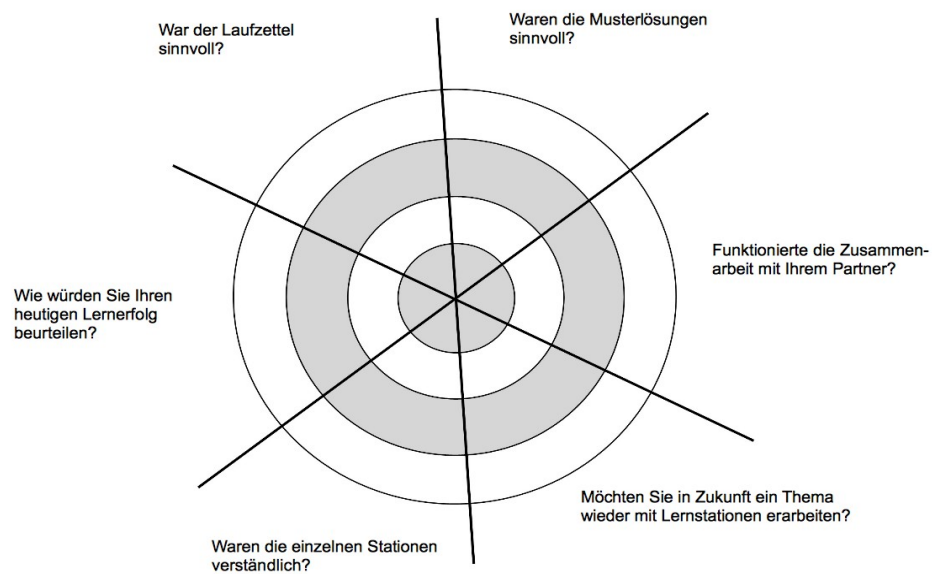
---

---

---

**Speichern Sie die PacketTracer-Datei in dem entsprechenden Ordner unter Ihrem Namen!**

### Station 9



## 4.5 Erwartungshorizont bei den Stationen

### Station 0

Wandeln Sie folgende Hexadezimalzahlen in Dualzahlen um:

```
2001 :      0010 0000 0000 0001
fe80 :      1111 1110 1000 0000
ff00 :      1111 1111 0000 0000
3fca :      0011 1111 1100 1010
```

Wandeln Sie folgende Dualzahlen in Hexadezimalzahlen um:

```
1100 1110 1010 1101 :   CEAD
1010 1111 1000 0111 :   AF87
0001 1100 0111 0001 :   1C71
```

Wandeln Sie folgende Dezimalzahlen in Hexadezimalzahlen um:

```
192 : C0      168 : A8      60 : 3C      234 : EA
172 : AC      16 : 10      255 : FF     128 : 80
```

### Station 1

Welche Organisationen verbergen sich hinter den Abkürzungen IANA und RIPE und welche Aufgaben haben sie?

Die „Internet Assigned Numbers Authority“ (IANA) ist eine Organisation, die die Vergabe von IP-Adressen und Top-Level-Domains regelt. Die IANA verteilte IPv4-Adressen in großen Blöcken an die lokalen Organisationen, die diese dann nach ihren eigenen Regelungen an Endkunden (in diesem Sinne Provider oder Organisationen, die ihre IP-Adressen selbst verwalten) verteilen. Die IANA ist auch für die Delegation und Zuweisung von IPv6-Adressen zuständig.

Das „Réseaux IP Européens Network Coordination Centre“ (RIPE NCC) ist eine lokale Organisation und für die Vergabe von IP-Adressbereichen in Europa, dem Nahen Osten und Zentralasien zuständig.

Der größere Adressraum wird als wesentlicher Vorteil von IPv6 genannt. Wie viele IPv6-Adressen (und wie viele IPv4-Adressen) gibt es? Rechnen Sie aus, wie viele IP-Adressen pro m<sup>2</sup> weltweit vergeben werden können. Die Oberfläche der Erde hat 510,1 Millionen km<sup>2</sup>.

510,1 Millionen km<sup>2</sup> → 510,1 Billionen m<sup>2</sup>

$x = 2^{128}$  IP-Adressen / 510,1 Billionen m<sup>2</sup>

$x = 6,67089525428227 \cdot 10^{23} = 667,1$  Trilliarden IPv6-Adressen pro m<sup>2</sup>

$x = 667,1$  Billiarden IPv6-Adressen pro mm<sup>2</sup>

Viele Dienste im Internet könnten Sie bereits jetzt über IPv6 erreichen, wenn Ihr Provider



dies anbieten würde. Testen Sie bei drei Internetseiten, ob diese bereits eine IPv6-Adresse anbieten. Nutzen Sie dazu den Befehl `<nslookup -type=a www.IhreSeite.de>` bzw. `<nslookup -type=aaaa www.IhreSeite.de>`. Notieren Sie die IPv4- und die IPv6-Adresse.

<a href="http://www.heise.de">www.heise.de</a>	IPv4 : 193.99.144.80	IPv6 : 2a02:2e0:3fe:100::8
<a href="http://www.oszint.de">www.oszint.de</a>	IPv4 : 85.214.159.20	IPv6 : -

Schauen Sie sich den Film zur Station 1 an. Was ist das Problem bei der Umstellung auf IPv6 und wie hat es das Team Ulm gelöst?

Keine Verbindung von einem IPv4-Rechner in das IPv6-Netzwerk des „Team Ulm“

→ zusätzlicher Server, zu dem alle IPv4-Anfragen geleitet werden

→ von diesem Server wird ein Tunnel in das IPv6-Netz aufgebaut

### Station 2

Wandeln Sie folgende IPv6-Adressen in verkürzter Schreibweise um.

- a) 2001:0002:0000:0000:ad01:00cd:0000:0001 → 2001:2::ad01:cd:0:1
- b) FD01:00DF:1234:ad01:ad01:0000:0000:0000 → fd01:df:1234:ad01:ad01::
- c) FE80:3456:1234:1af5:000f:0000:0000:a001 → fe80:3456:1234:1af5:f::a001
- d) FF01:0:0:0:0:0:0:101 → ff01::101
- e) 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF → 8000::123:4567:89ab:cdef
- f) 2001:0DB8:0000:0001:0000:0000:0010:01FF → 2001:db8:0:1::10:1ff

Wandeln Sie folgende IPv6 Adressen in die lange Schreibweise um und finden Sie fehlerhafte Schreibweisen.

- a) Fd::1 → 00fd:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
- b) 2001::23:1:: → fehlerhaft, da zweimal Regel 2 angewendet wurde
- c) 2003:: → 2003:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
- d) da:3455::2:1:fe1 → 00da:3455:0000:0000:0000:0002:0001:0fe1
- e) ::2:1 → 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0002:0001
- f) ::1 → 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

### Station 3

Schauen Sie sich den Film zur Station 3 an und erstellen Sie anhand der gezeigten Informationen eine Übersicht über die Adressarten in IPv6.

Unicast: Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Multicast: Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung

Anycast: eigentlich Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung wobei nur der nächstliegende Punkt angesprochen wird

## Station 4

Bestimmen Sie den Hostteil für folgende MAC-Adressen:

```
00-0C-29-B7-47-A7 : fe80::20c:29ff:feb7:47a7
00-E0-4C-39-14-BF : fe80::2e0:4cff:fe39:14bf
```

Installieren Sie für Windows XP die IPv6-Funktion auf dem PC.

Notieren Sie die IPv6-Adresse des Rechners und ermitteln die zugrunde liegende MAC-Adresse. Die IPv6-Adresse erhalten Sie mit dem Befehl ipconfig:

Exemplarische Lösung:

```
Physikalische Adresse . . . . . : 00-E0-4C-39-14-BF
DHCP aktiviert. . . . . : Nein
IP-Adresse. . . . . : 192.168.60.200
Subnetzmaske. . . . . : 255.255.255.0
IP-Adresse. . . . . : fe80::2e0:4cff:fe39:14bf%5
Standardgateway . . . . . : 192.168.60.1
DNS-Server. . . . . : 192.168.95.40
```

## Station 5

Bestimmen Sie die Anzahl der Subnetze, die jeder Kunde der Telekom mit einem IPv6 -fähigen Anschluss nutzen kann. Wie viele Clients können pro Subnetz angesprochen werden?

```
8 bit → 28 Subnetzte → 256 Subnetze
64 bit → 264 Hosts pro Subnetz → 18.446.744.073.709.551.616
→ 18 Trillionen IPv6-Adressen
```

Überprüfen Sie Ihre Konfiguration mit <ipconfig>. Wie viele IP-Adressen hat die Schnittstelle „LAN-Verbindung“?

```
Die Schnittstelle hat eine verbindungslokale IPv6- und mindestens
eine globale IPv6-Adresse, sowie eine IPv4-Adresse
```

## Station 6

Auszug aus der running-config des Routers in der gespeicherten Datei:

```
ipv6 unicast-routing
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address 2001:DB8:1::1/64
!
```

### Station 7

Auszug aus der running-config des „Router – IPv6-fähig“ in der gespeicherten Datei:

```
ipv6 unicast-routing
!
interface Serial0/2/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:DB8:2811:2::1/64
  clock rate 64000
!
interface Serial0/3/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:DB8:2811:1::2/64
!
ipv6 route 2001:DB8:1::/64 Serial0/3/0
ipv6 route 2001:DB8:2::/64 Serial0/2/0
!
```

### Station 8

Auszug aus der running-config des „Router1“ in der gespeicherten Datei:

```
ipv6 unicast-routing
!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
  ipv6 address 2001:DB8:1::1/64
  ipv6 rip station8 enable
!
interface Serial0/2/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:DB8:2811:3::1/64
  ipv6 rip station8 enable
  clock rate 64000
!
interface Serial0/3/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:DB8:2811:1::1/64
  ipv6 rip station8 enable
  clock rate 64000
!
ipv6 router rip station8
```

Routing-Tabelle des „RouterA“ in der gespeicherten Datei:

## Einsatz von IPv6 planen und konfigurieren

---

IPv6 Routing Table - 10 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

...

```
R 2001:DB8:1::/64 [120/2] via FE80::290:21FF:FE35:EC78, Serial0/3/0
R 2001:DB8:2::/64 [120/2] via FE80::20C:CFFF:FE4B:C520, Serial0/2/0
C 2001:DB8:2811:1::/64 [0/0] via ::, Serial0/3/0
L 2001:DB8:2811:1::2/128 [0/0] via ::, Serial0/3/0
C 2001:DB8:2811:2::/64 [0/0] via ::, Serial0/2/0
L 2001:DB8:2811:2::1/128 [0/0] via ::, Serial0/2/0
R 2001:DB8:2811:3::/64 [120/2] via FE80::290:21FF:FE35:EC78, Serial0/3/0
R 2001:DB8:2811:4::/64 [120/3]
  via FE80::290:21FF:FE35:EC78, Serial0/3/0
  via FE80::20C:CFFF:FE4B:C520, Serial0/2/0
R 2001:DB8:2811:5::/64 [120/2] via FE80::20C:CFFF:FE4B:C520, Serial0/2/0
L FF00::/8 [0/0] via ::, Null0
```

## 4.6 Beurteilungsbogen

<b>Schülerteam</b>			
<b>Beobachtungsschwerpunkte</b>			
richtiger Umgang mit den Lösungen			
Nutzung des Laufzettels			
Einhaltung der Arbeitsruhe			
Unterstützen sich gegenseitig			
zügiges Arbeiten / keine Pausen			
Verlassen eine aufgeräumte Station			
Selbstständigkeit: Anzahl der Fragen			
Sorgfalt mit den Arbeitsblättern			