

IPv6-Umstieg professionell vorbereiten: **Netzsimulation als Planungs- und Schulungswerkzeug**

Monica Deutsch, Georg Mittenecker
FH JOANNEUM Graz



heise Netze, iX und DE-CIX
Frankfurt/Main 22./23. Mai 2014

ANGEWANDTE
INFORMATIK

ENGINEERING

GESUNDHEITS-
STUDIEN

BAUEN,
ENERGIE &
GESELLSCHAFT

MEDIEN &
DESIGN

MANAGEMENT



Agenda

- IPv6 Einführung: „offizielle“ Empfehlungen
- Simulationstools
 - OPNET Modeler, OMNET++, ns-3, NetSim
 - Cisco Packet Tracer
- Beispiel-Szenarien
 - Vorteil „Migrations-Entscheidung“ unterstützen
 - IPv6 Schulung
- Warum Simulation?
 - Anwendungsmöglichkeiten

IPv6 Vorbereitungen

- Systematische Übersicht über bestehende Architektur
 - „IPv4-Hilfskonstruktionen“ (internes NAT ...), inhomogener Schutzbedarf, ...
- IPv6-Unterstützung eingesetzter HW/SW
- **Mitarbeiter-Schulungen**
- **Testumgebung einrichten**
 - Virtualisierungslösungen / Reservegeräte ...

) -> *Simulation

Leitfaden für eine sichere IPv6-Netzwerkarchitektur (ISi-L-IPv6),
BSI-Leitlinie zur Internet-Sicherheit (ISi-L), v1.1, Dittler/Stockebrand

IPv6 Planung der Einführung

Strategie-Entwicklung:

- IPv4-Hilfskonstruktionen als Treiber der Einführung
- Überarbeiten des internen Netzes: **Prinzip der kleinen Netze**
 - Geräte mit unterschiedl. Sicherheitsanforderungen trennen
- Intern und extern genutzte Dienste umstellen

Weitere Punkte:

- Schrittweise Einführung, zuerst unkritische Bereiche
- Netzstruktur mit VLAN-Konfigurationen umsetzen
- Dual Stack nur wo nötig
- Proxy-Server oder virtualisierte Clients mit passender IP-Version über eigene VLANs angebunden

Leitfaden für eine sichere IPv6-Netzwerkarchitektur (ISi-L-IPv6),
BSI-Leitlinie zur Internet-Sicherheit (ISi-L), v1.1, Dittler/Stockebrand

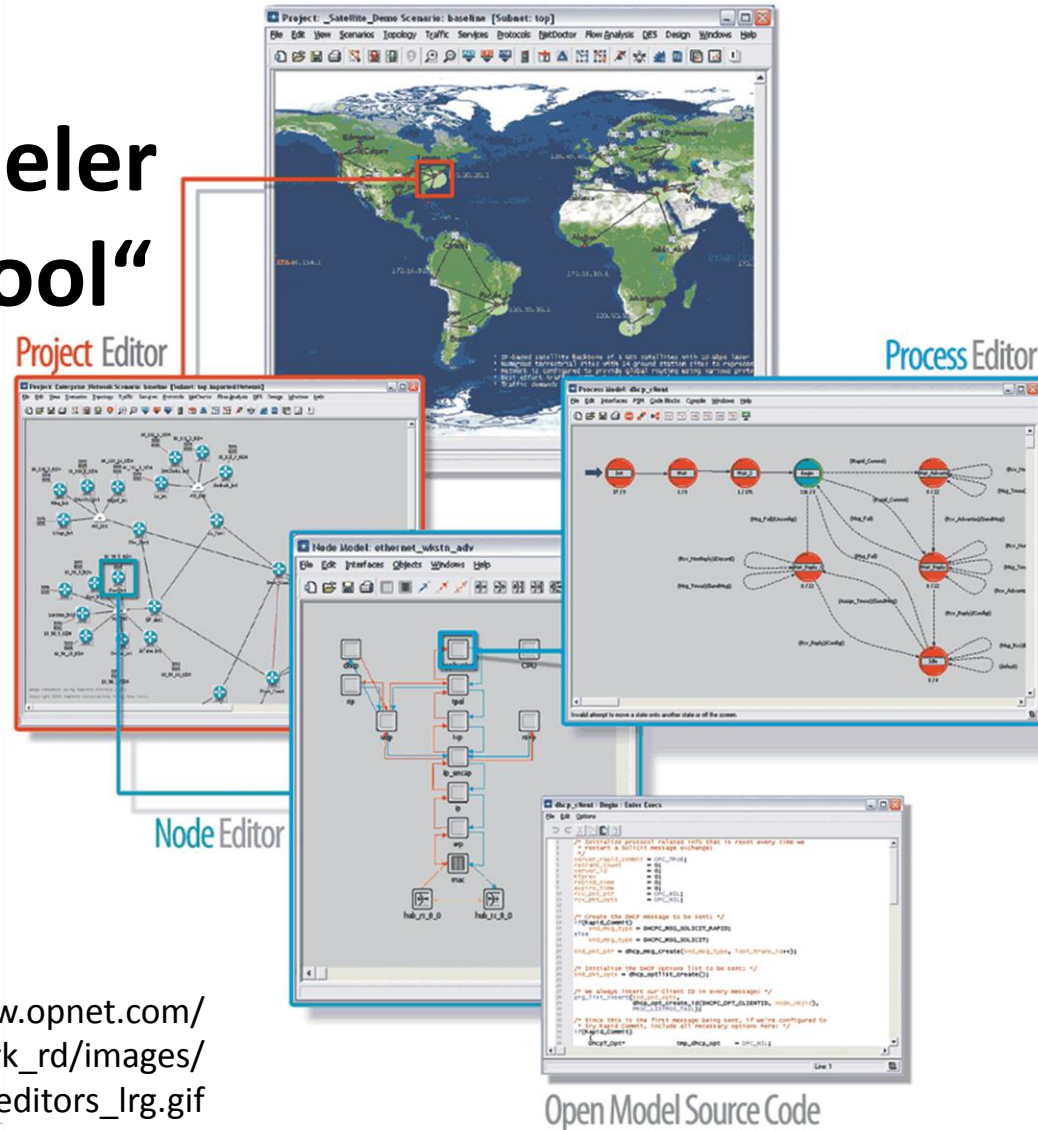
IPv6 Addressplanung: Entscheidungen!?

- Providerabhängige / -unabhängig Adressen
- global und lokal eindeutige Adressen (globally unique addresses / unique local addresses) – oder interne ULAs mit NPTv6 am Perimeter-Router übersetzen (RFC 6296)
- Subnetzplanung (Prinzip der min. Rechte)
- Interface-Adressen (Manuell, SLAAC und EUI-64, Privacy Ext., SEND und CGA, DHCPv6, ...)
- Dual-Stack Netzwerke
- DNS ...

IPv6 Addressing, White Paper, Cisco, August 2013



OPNET Modeler „Research Tool“



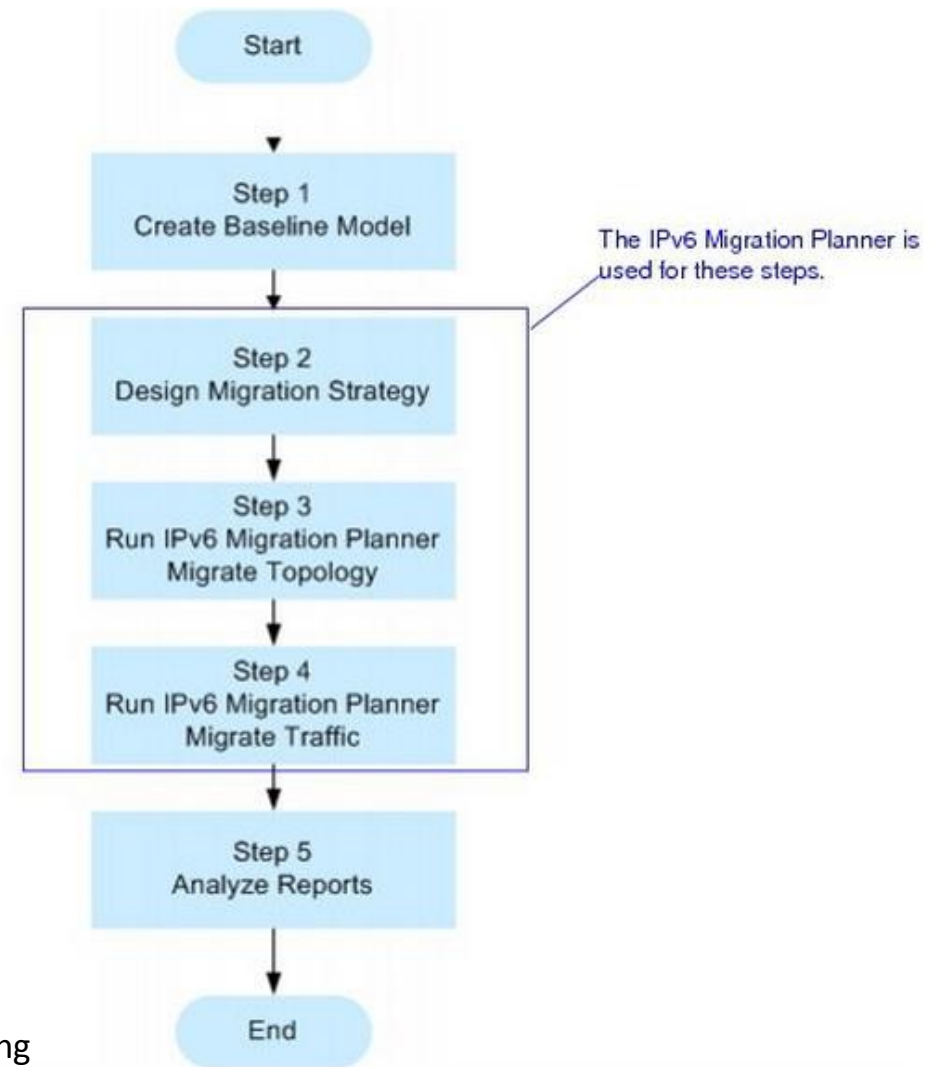
https://www.opnet.com/solutions/network_rd/images/OPNET-hierarchical-GUI-editors_lrg.gif



OPNET Modeler / IT Guru

IPv6 related Workflows:

- Assessing a Network for IPv6 Readyness
- **Planning and Analyzing an IPv6 Migration**



Riverbed OPNET IT Guru 17.5.PL5: Planning and Analyzing an IPv6 Migration

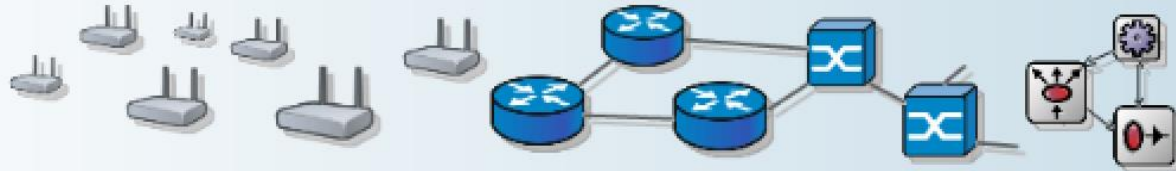


OPNET Modeler – IPv6 Features

- Full application compatibility
- IPv6 address specification, SLAAC, DHCPv6, Dual Stack IP Nodes
- Access control lists, Prefix lists
- Route maps, Neighbor discovery
- IPv6 tunnels: manual, automatic, 6to4, IPv6 over MPLS (6PE)
- Routing protocols: RIPng, OSPFv3, IS-IS, BGP (MANET: AODV, DSR, OLSR), static routes
- Application / Demand support
- L2 support, QoS support, Mobile IPv6
- Utilities (IPv6 address assignment, 6to4 tunnel, ...)

Riverbed OPNET Modeler 17.5.A: IPv6 Model Documentation

OMNeT++



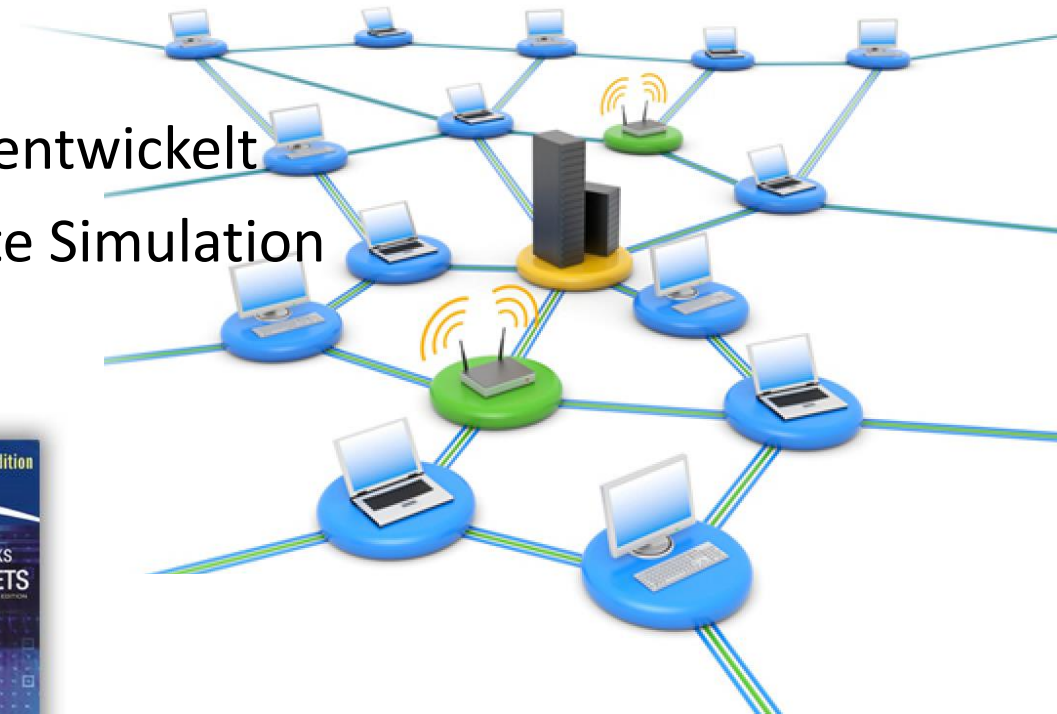
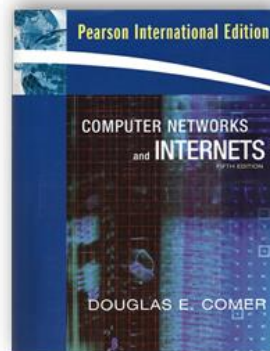
- Open-source Simulations-Framework
- GUI und Eclipse-basierte Entwicklungsumgebung, C++ (oder Java, C#..)
- Diskrete, ereignisorientierte Simulation
- IPv6 support im INET framework (default router selection, tunneling and datagram fragmentation/reassembly for PPP links, MIPv6, ...)



NetSim™

Platform for Network R&D

- Netzwerksimulator
- mit Indian Inst. of Science entwickelt
- Diskrete, ereignisorientierte Simulation
- IPv6 support

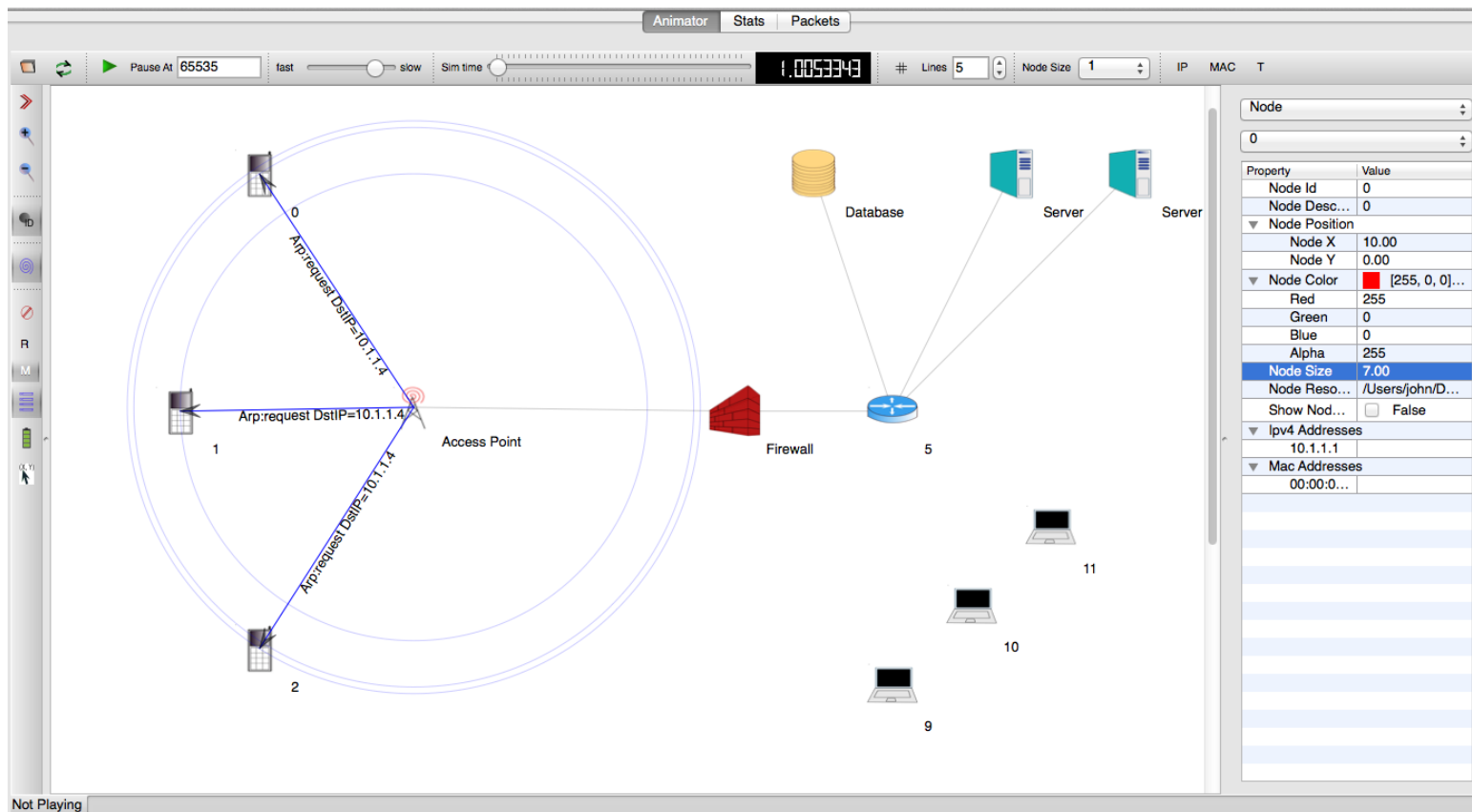




- Vorgänger: ns-2
- Hauptziel: NW-Forschung und Lehre
- Open-source, modernes SW-Design
- „realistisch genug“, um als Emulator an echte Netze angebunden zu werden, pcap-Ausgabe möglich -> Wireshark
- C++ und Python, Kommandozeilen-orientiert mit einigen grafischen Tools (nam, NetAnim u.s.w.)
- zahlreiche IPv6-Implementierungen von einfachen IPv6 Addressing Mechanismen bis hin zu spezifischen Forschungsprojekten wie etwa MIPv6-Implementierungen (z.B. Proxy MIPv6)



NetAnim



Cisco Packet Tracer – NetAcad Training Tool

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer application window. The main workspace shows a network topology with the following components:

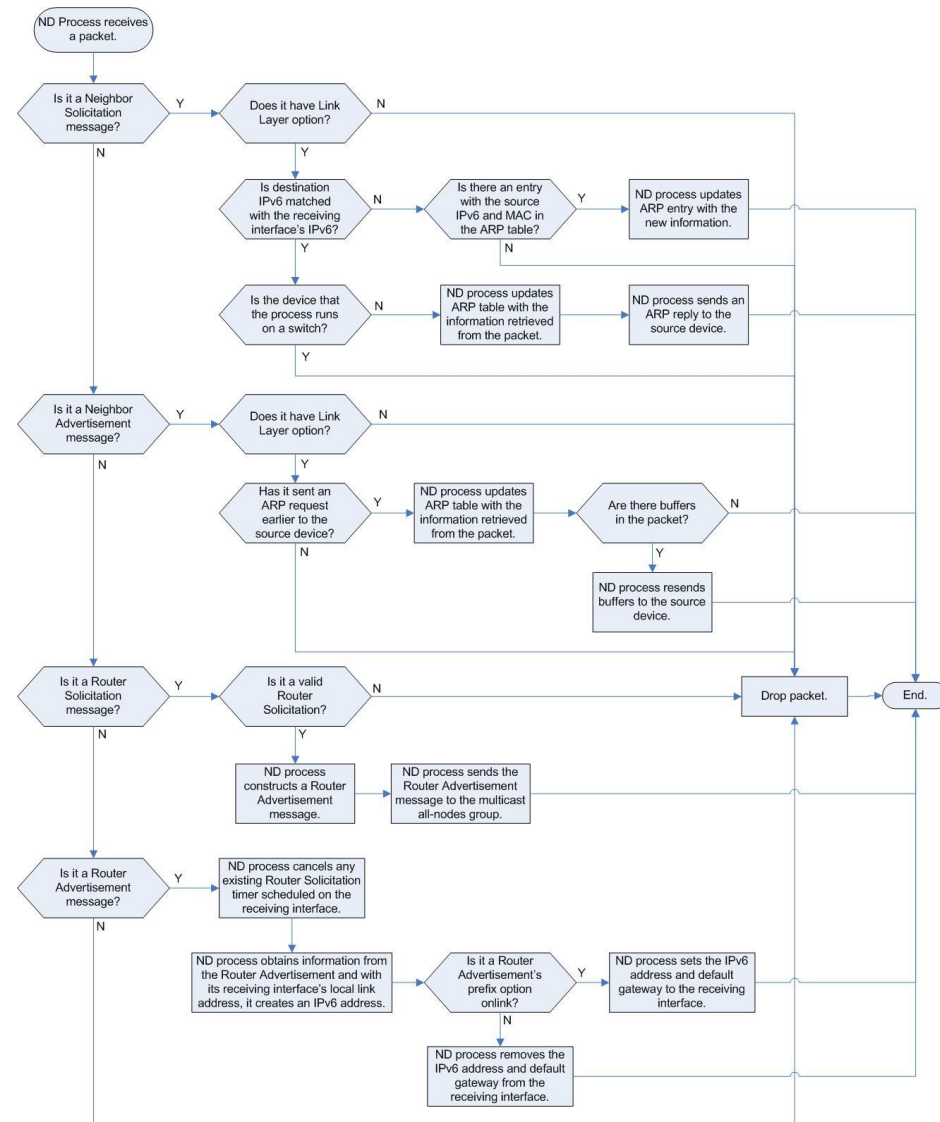
- Core Network:** A central 2960-24TT OSPF router connected to three 2811 Dist-A, Dist-B, and Dist-C routers.
- Edge Network:** A 2811 SP (Service Provider) router connected to the 2811 Core router, which is in turn connected to an Outside Public Web Server.
- Client Network:** Two 2960-24TT ALSw-A and ALSw-B switches connected to the 2811 Dist-A and Dist-B routers respectively. Each switch is connected to three PC-PT devices in VLANs 1, 2, and 3 (under ALSw-A) and VLANs 10, 20, and 30 (under ALSw-B).
- Server Network:** An Inside Public Web Server connected to the 2811 Dist-A router, and a Server-PT Server Farm connected to the 2811 Dist-B router.

An 'About' dialog box is open in the foreground, displaying the Cisco Networking Academy logo and the text 'Cisco Packet Tracer'. Below the title, it features a grid of small images of people and a magnifying glass icon. The version information at the bottom of the dialog reads: 'Version: 6.0.0.0045' and 'Copyright Cisco 2013 EULA'.

The interface includes a top toolbar with icons for file operations and navigation. The bottom status bar shows the time as 00:11:47 and the mode as 'Realtime'. A 'Routers' palette is visible on the left, and a 'Scenario 0' configuration panel is on the right.

Cisco Packet Tracer

- Simplified “high level” simulation for didactical purposes
- Sample:
How Neighbor Discovery (ND) for IPv6 processes incoming packets



EINSATZ VON DEMOSZENARIEN

Migrationsentscheidung unterstützen

- reales Netzwerk abbilden
- Änderungen an der Konfiguration testen
- Varianten vergleichen und bewerten
- beste Variante auswählen
- Konfiguration optimieren
- auf reale Migration bestmöglich vorbereiten

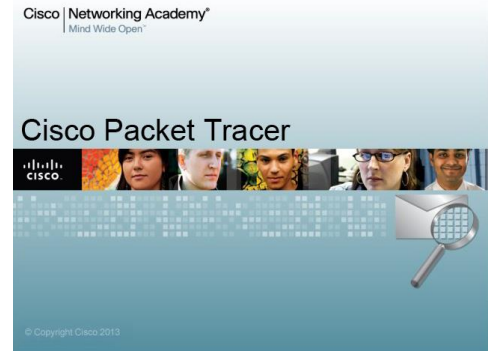
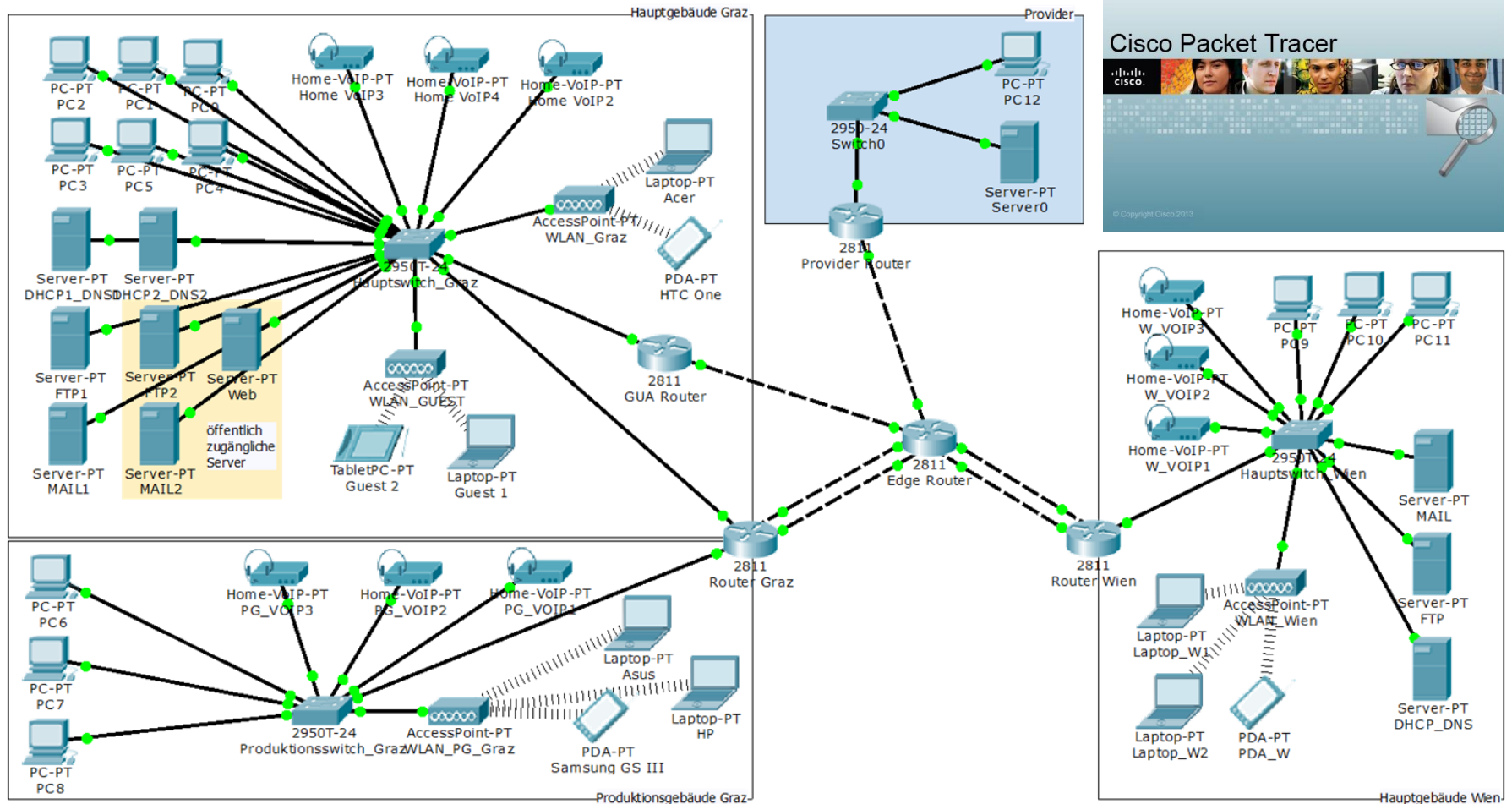


IPv6 Schulung

- schneller und weniger aufwändig als reale Testsysteme
- Einrichten eines realen Testsystems nicht nötig
- Netzwerke von Grund auf konfigurieren
- alle Faktoren miteinbeziehen
- Konfigurationen üben und testen
- unterschiedliche Versionen



Beispiel Cisco Packet Tracer 6.0



Beispiel Cisco Packet Tracer 6.0

↳ Möglichkeiten & Einschränkungen

Funktionalität	Unterstützung
Adresszuweisung	
statische IPv6 Vergabe	●
erweiterte IPv6 Einstellungen auf Hosts	●
mehrere IPv6-Adressen konfigurierbar	● Router ● Hosts
DHCPv6-Server	●
DHCPv6-Server-Funktion auf Routern	● <u>Stateless</u> ● <u>Stateful</u>
Routing	
statische IPv6 Routen	●
EIGRP Routing für IPv6	●

Funktionalität	Unterstützung
Tunneling	
statische Tunnel	●
IPsec für Tunnel	●
Paketfilter	
ACLs anlegen	●
Anwendung auf Standardinterfaces	●
Anwendung auf Tunnel	●
Dienste auf Servern konfigurierbar	●

Beispiel Cisco Packet Tracer 6.0

↳ Adresszuweisung

IPv6 Configuration

DHCP
 Auto Config
 Static

IPv6 Address: /

Link Local Address:

IPv6 Gateway:

IPv6 DNS Server:

```

Command Prompt

Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>netsh
Packet Tracer PC NETSH
Enable isatap adapter:      netsh interface isatap set state enabled
Disable isatap adapter:    netsh interface isatap set state disabled
Set isatap router:         netsh interface isatap set router name
List isatap potential routers: netsh interface ipv6 show potentialrouters
    
```

DHCP1_DNS1

Physical Config Desktop Software/Services

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

SERVICES

HTTP

DHCP

TFTP

DNS

SYSLOG

AAA

NTP

EMAIL

FTP

FIREWALL

IPv6 FIREWALL

INTERFACE

FastEthernet0

DHCP

Service On Off

Pool Name:

Default Gateway:

DNS Server:

Start IP Address:

Subnet Mask:

Maximum number of Users:

TFTP Server:

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max Number of Users	TFTP Server
server...	10.1.1.254	0.0.0.0	10.1.1.115	255.255...	141	0.0.0
vlan20	10.1.2.254	10.1.1.1	10.1.2.1	255.255...	250	0.0.0

Router Graz

Physical Config CLI

IOS Comm

```

interface FastEthernet0/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 10.1.1.254 255.255.255.0
ip helper-address 10.1.1.1
ipv6 address 2001:DB8:1:47FC::1/64
ipv6 address FD1A:2B3C:4D5E:1111::1/64
ipv6 eigrp 1
ipv6 enable
    
```

Router Graz

Physical Config CLI

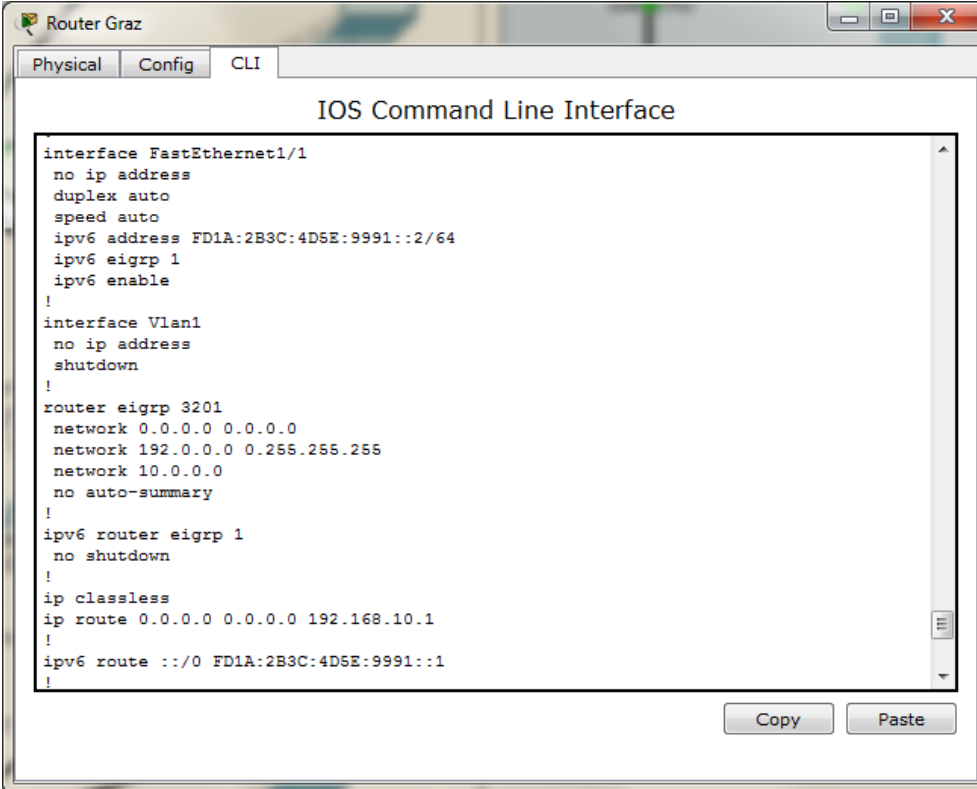
IOS Command Line Interface

```

ipv6 dhcp pool clients_hg
prefix-delegation pool clients_hg lifetime 1500000 1000000
prefix-delegation FD1A:2B3C:4D5E:1112::/64 0003000100101176C201
    
```

Beispiel Cisco Packet Tracer 6.0

↳ Routing

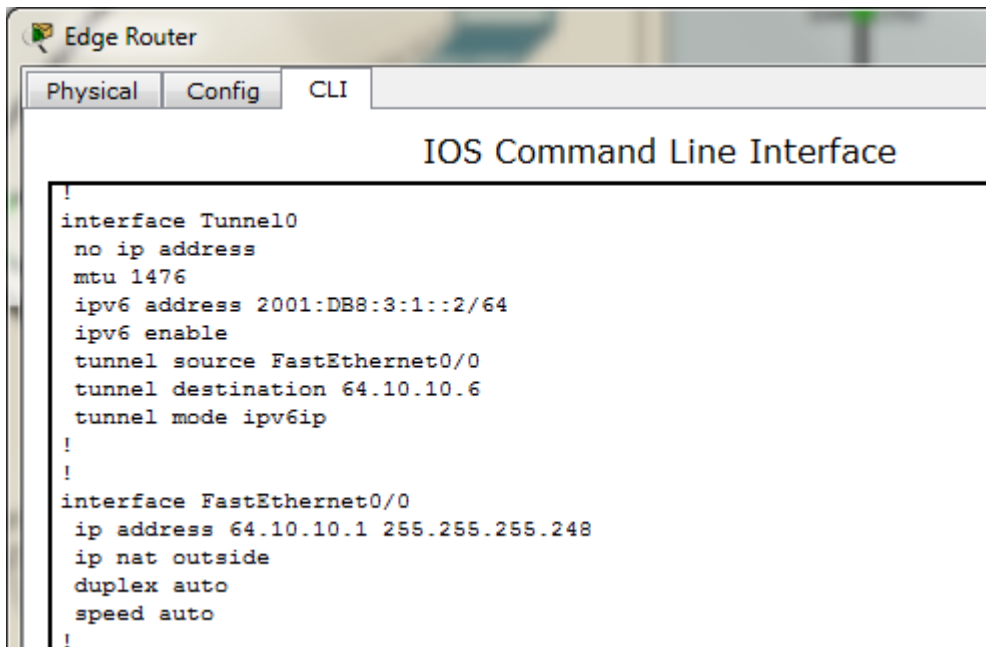


```
Router Graz
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

interface FastEthernet1/1
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address FD1A:2B3C:4D5E:9991::2/64
ipv6 eigrp 1
ipv6 enable
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router eigrp 3201
network 0.0.0.0 0.0.0.0
network 192.0.0.0 0.255.255.255
network 10.0.0.0
no auto-summary
!
ipv6 router eigrp 1
no shutdown
!
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.10.1
!
ipv6 route ::/0 FD1A:2B3C:4D5E:9991::1
!
```

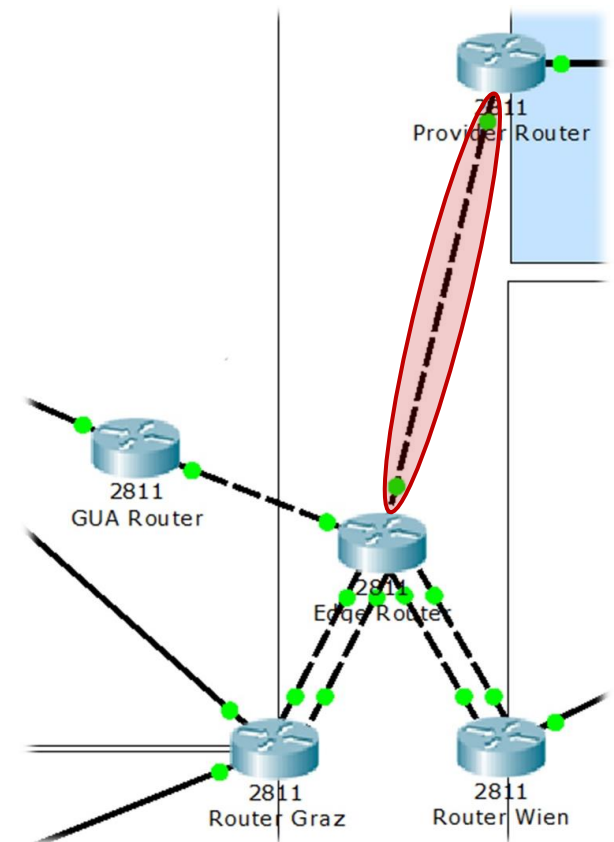

Beispiel Cisco Packet Tracer 6.0

↳ Tunneling



```

Edge Router
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
!
interface Tunnel0
no ip address
mtu 1476
ipv6 address 2001:DB8:3:1::2/64
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/0
tunnel destination 64.10.10.6
tunnel mode ipv6ip
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 64.10.10.1 255.255.255.248
ip nat outside
duplex auto
speed auto
!
!
Router(config)#interface tunnel1
Router(config-if)#tunnel mode ?
    gre    generic route encapsulation protocol
    ipv6ip IPv6 over IP encapsulation
Router(config-if)#tunnel mode
  
```



Beispiel Cisco Packet Tracer 6.0

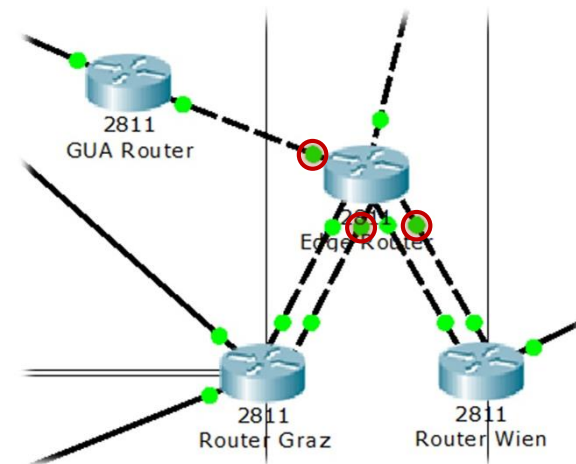
↳ Paketfilter

```
Edge Router
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

interface Ethernet1/3
no ip address
ipv6 traffic-filter inbound in
ipv6 traffic-filter outbound out
duplex auto
speed auto
ipv6 address FD1A:2B3C:4D5E:9993::1/64
ipv6 eigrp 1
ipv6 enable
```

```
Edge Router
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

access-list 10 permit 10.1.0.0 0.0.255.255
access-list 10 permit 10.2.0.0 0.0.255.255
ipv6 access-list inbound
permit ipv6 FC00::/7 2001:DB8:1::/48
deny ipv6 FC00::/7 2000::/3
deny ipv6 2000::/3 FF00::/8
permit ipv6 any any
ipv6 access-list outbound
permit ipv6 2001:DB8:1::/48 FC00::/7
deny ipv6 2000::/3 FC00::/7
deny ipv6 2000::/3 FF00::/8
permit ipv6 any any
```



Warum Simulation?

- Anwendungsmöglichkeiten
 - **Schulungen und Trainings**: Hauptzweck bei Cisco PacketTracer
 - **Frühe Tests bei grundsätzlichen Entscheidungen**: z.B. Subnetz-Struktur, Adressierungs-Möglichkeiten..
 - **IPv6 F&E**: z.B. Protokolle verifizieren; spezifische Skalierungs- und Performance-Probleme im Detail untersuchen..
- **Beispiele**
 - Konfiguration verstehen, üben und ausprobieren
 - Migrations-Schritte planen und testen
 - Neue Implementierungen (weiter-)entwickeln und optimieren



NW Planning and Analysis

- „**Expert Knowledge**“ and „**Rules of Thumb**“
 - Widely used, often without systematics
- (mathematical) **analytical models**
 - Highest abstraction level
- **Prototyps** and Test Systems
 - High accuracy, low flexibility
- **Simulations**
 - Between the other two methods

Abstraction + Toolbox

Abstraktionsstufe	Beispiel-Tätigkeit	Beispiel-Tools
Real- oder Produktivsystem	Arbeiten mit Produktivnetzen und Internet-Anwendungen	Analyse: Wireshark Monitoring: Nagios Basistools: ping, traceroute, nslookup, whois ...
Labornetzwerk mit Standard-Industriegeräten	Testnetz-Aufbau mit Routern, Switches, Access Points, Labor-PCs und -Servern	Reale Netzwerk-Komponenten, wie in Produktivnetzen verwendet
Virtualisierte Geräte	Nutzen von virtuellen Maschinen (Appliances) – vor allem Server und Router	VMware, Virtual PC, Hyper-V, Virtual Box u.v.m.
Emulierte Geräte	Konfiguration und Nutzen von emulierten Routern; emulierte Mobilfunkgeräte	Dynamips IOS Emulator; Smartphone-Emulatoren
Simulationen	Vereinfachte Netze im Simulator aufbauen und testen	ns-2, ns-3, OPNET Modeler, GNS3, PacketTracer
Mathematische Funktions-nachbildungen	analytische Modelle für einzelne Parameter (Datenraten, Paketverlustwahrscheinlichkeit..) nutzen	Queuing Theory, Network Calculus, Teletraffic/ Performance Analysis
Interaktive Schulungsunterlagen	Cisco Networking Academy: interaktive Online-Kursunterlagen	Router oder Switch Konfiguration (Interaktive Tools)
Fachliteratur	Lesen von Fachbüchern, Zeitschriften und Artikeln	R. Schreiner: Computernetzwerke; IEEE Network Magazin; Networking - Journal of the ACM

Simulation

- “Just one more tool / possibility”
- Often a **good compromise**
- Model can often be derived more realistic and with less effort than with analytical methods
- **Flexible** for comparison scenarios and prognostics
- **Broad range of** specialized **simulation tools**
 - From specific protocols / layers / technologies to general purpose network simulators
 - From industry or educational to scientific focus
- Can be used as addition to Network Management Tools
 - this results in **Active Network Management**