

Internet – Protokolle für Multimedia - Anwendungen

Kapitel 5.5 Multiprotocol Label Switching (MPLS)

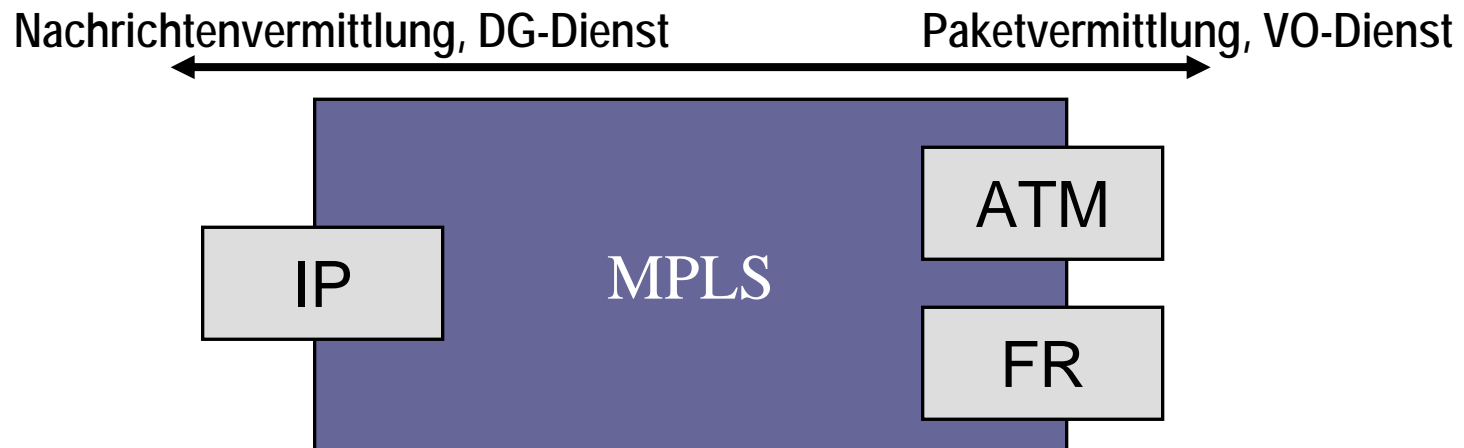
Gliederung

- Grundlagen
 - Idee, Konzept
 - Label Switching Technologie
- Label Distribution Protokolle
 - LDP und RSVP
- Anwendungsszenarien
 - Quality of Service
 - Traffic Engineering mit CR-LDP bzw. RSVP-TE
 - Virtuelle Private Netze

Motivation: Label Switching

- Adressiert die wichtigsten Herausforderungen
 - Durchsatz
 - Skalierung
 - Anzahl der Knoten, Flows, Routen
 - Traffic Engineering (explizite Routen)

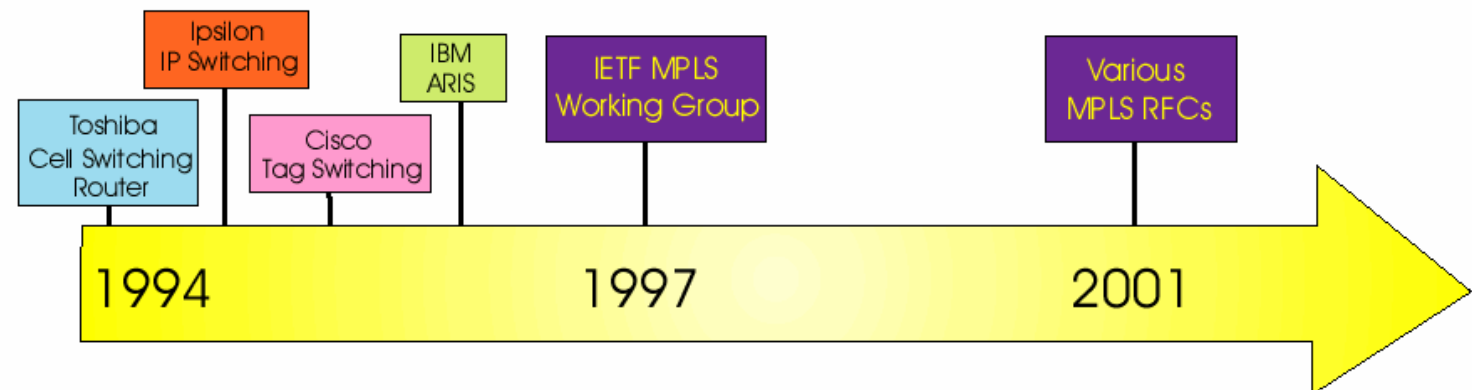
□ Was ist MPLS?



MPLS – das Beste aus beiden Welten!

MPLS: Idee

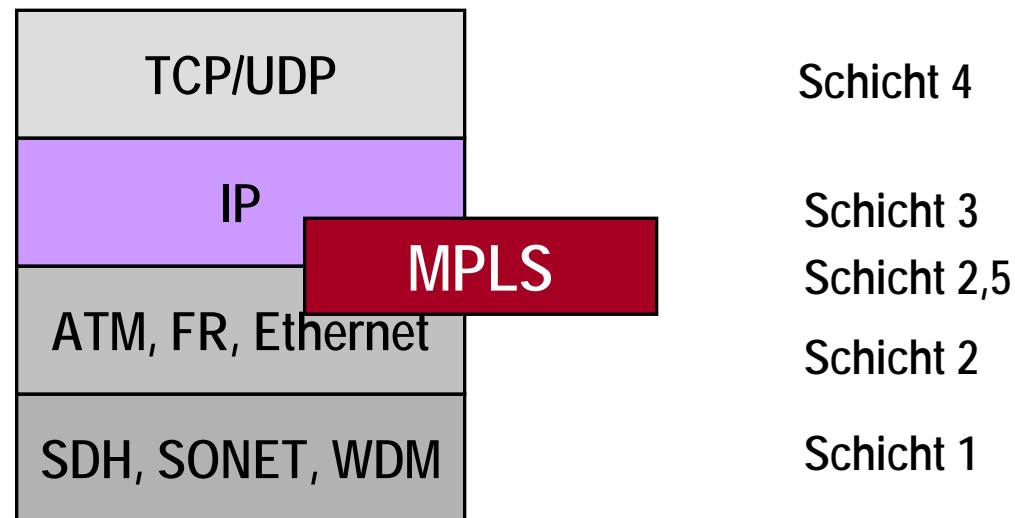
- Durch Hinzufügen von zusätzlicher Information (Label) an Pakete höherer Schichten (z.B. IP) werden diese Pakete mit einem Pfad niedriger Schichten (Label Switched Path, LSP) in Verbindung gebracht. Damit wird Routing innerhalb des MPLS-Netzes durch das Zuweisen eines durchgehenden Pfades (analog PVC bei ATM/FR) ersetzt mit Label-Swapping (verbindungsorientiertes Switching) in den Knoten. Somit Delay-Verringerung.
- Zeitliche Entwicklung von MPLS



IBM ARIS (Aggregate Route-based IP Switching)

MPLS im Schichtenmodell

- MPLS heißt "multiprotocol", da es verschiedene Netzprotokolle, wie das Internet Protocol (IP), Asynchronous Transfer Mode (ATM) oder Frame Relay unterstützt



MPLS: Anwendungen

- Integration von anderen Verbindungsprotokollen möglich (z.B. IP-over-ATM)
- Ermöglichen von Echtzeitdiensten mit QoS-Anforderungen über bestehende verbindungslose Dienste durch spezielle Pfade für Verkehrsströme
- Aufbau von virtuellen privaten Netzen (VPN) durch Definition von festen Pfaden durch ein Netz

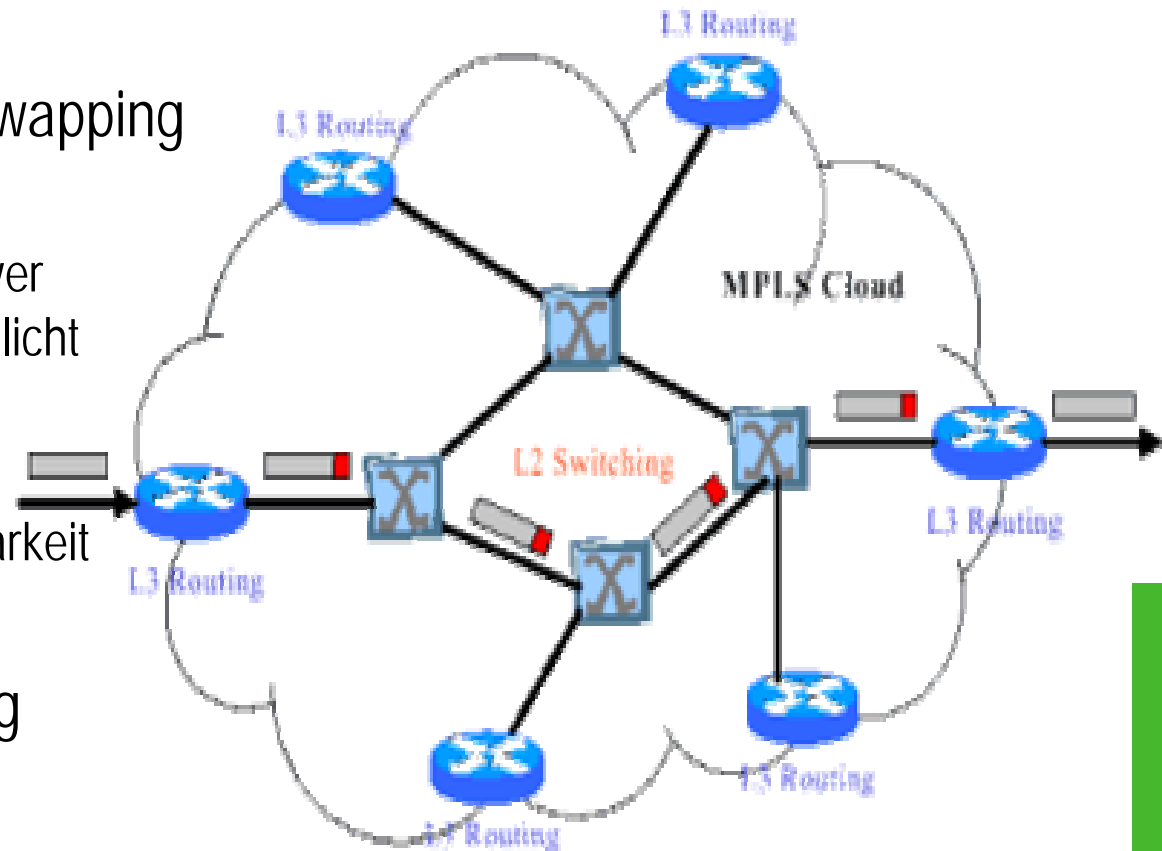
MPLS: Konzept (1)

□ Routing am Ende, Switching im Kern des Netzes

□ Kombiniert Layer 3
Routing mit Label-Swapping
Forwarding

- Einfachheit von "Layer 2 forwarding" ermöglicht hohe Performanz
- "Layer 3 routing" ermöglicht Skalierbarkeit

□ Klare Trennung
zwischen Forwarding
und Control/Routing



MPLS: Konzept (2)

MPLS

Kap. 5.5

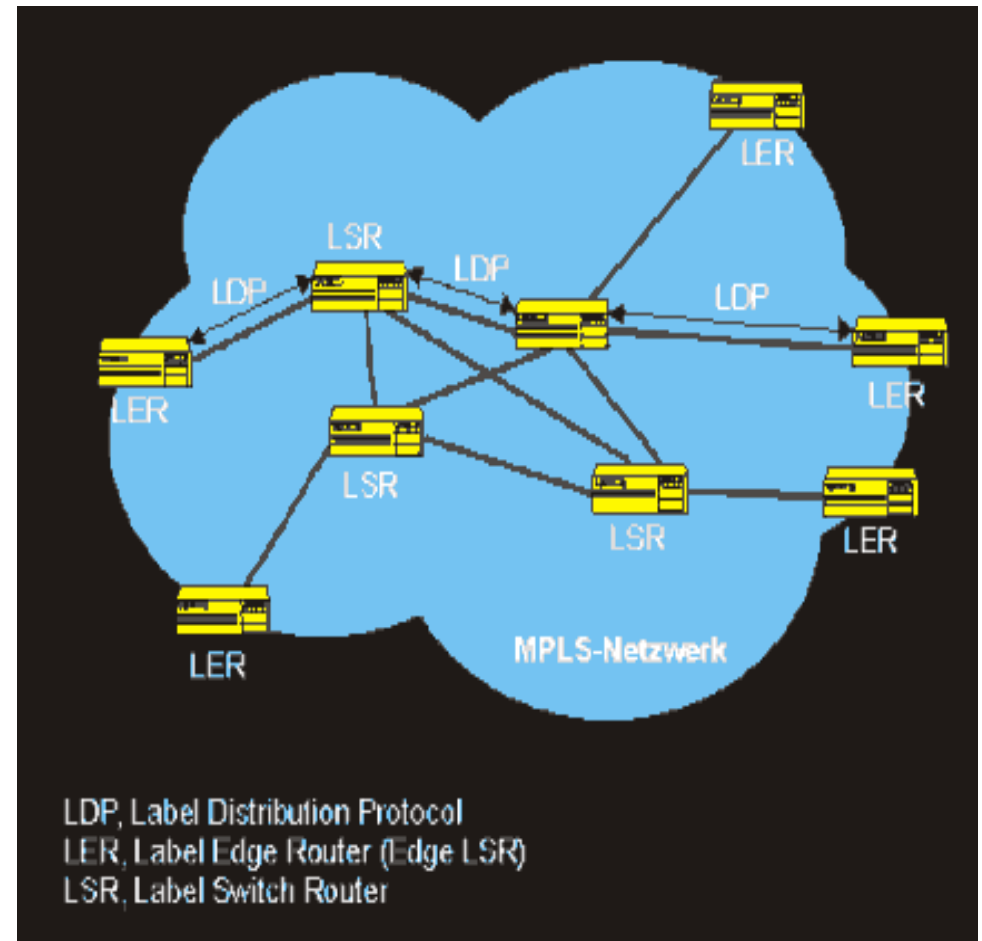
RN II

Label Edge Router (LER)

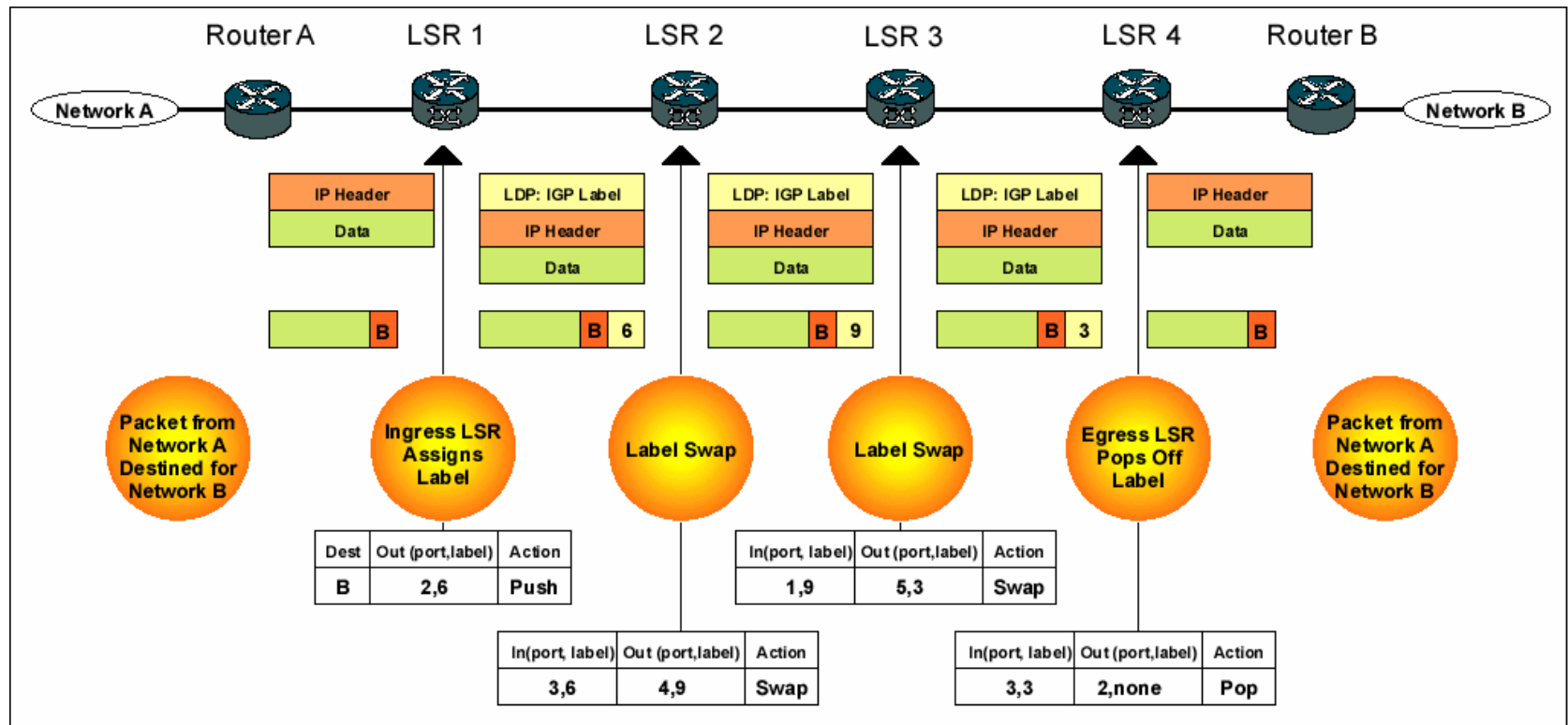
- Analysiert und klassifiziert Daten in eine Forwarding Equivalency Class (FEC). Basis ist IP-Adresse, Eingangsport, TOS-Feld.
- Beantragt/vergibt Labels an die Datenpakete

Label Switch Router (LSR)

- Label Swapping und Forwarding im Kern des MPLS-Netzes. Alle Pakete einer FEC erfahren im Netz gleiche Behandlung

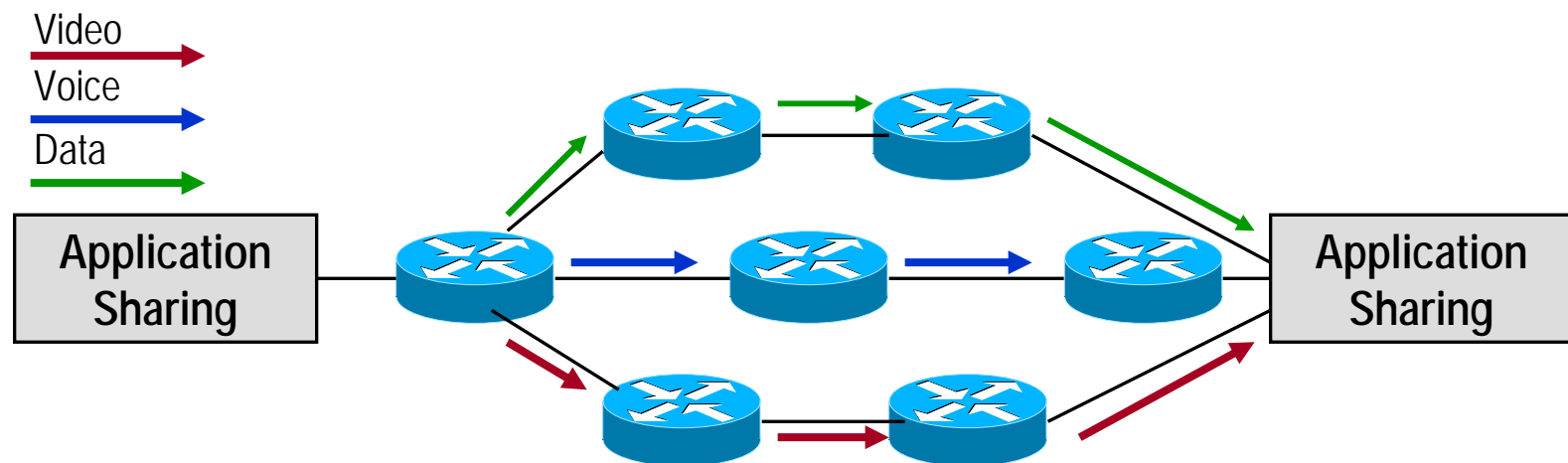


Label Switching: Beispiel



Forward Equivalency Class (FEC)

- ❑ Eine Gruppe von L3-Paketten, die auf gleiche Weise weitergeleitet werden, d.h. über den gleichen Pfad und mit den gleichen Weiterleitungsvereinbarungen
- ❑ FEC klassifiziert den Datenverkehr am Rand des Netzes
- ❑ Normalerweise werden mehrere Datenpakete verschiedener Quellen und Ziele gebündelt



Label Switched Path

□ Label Switched Path

- Ein virtueller Pfad (entlang des Weges, den ein Datenpaket nimmt), welcher die LSR in einer Ansammlung von MPLS Switches verbindet

□ Jeder LSR LSR: Label Switch Router

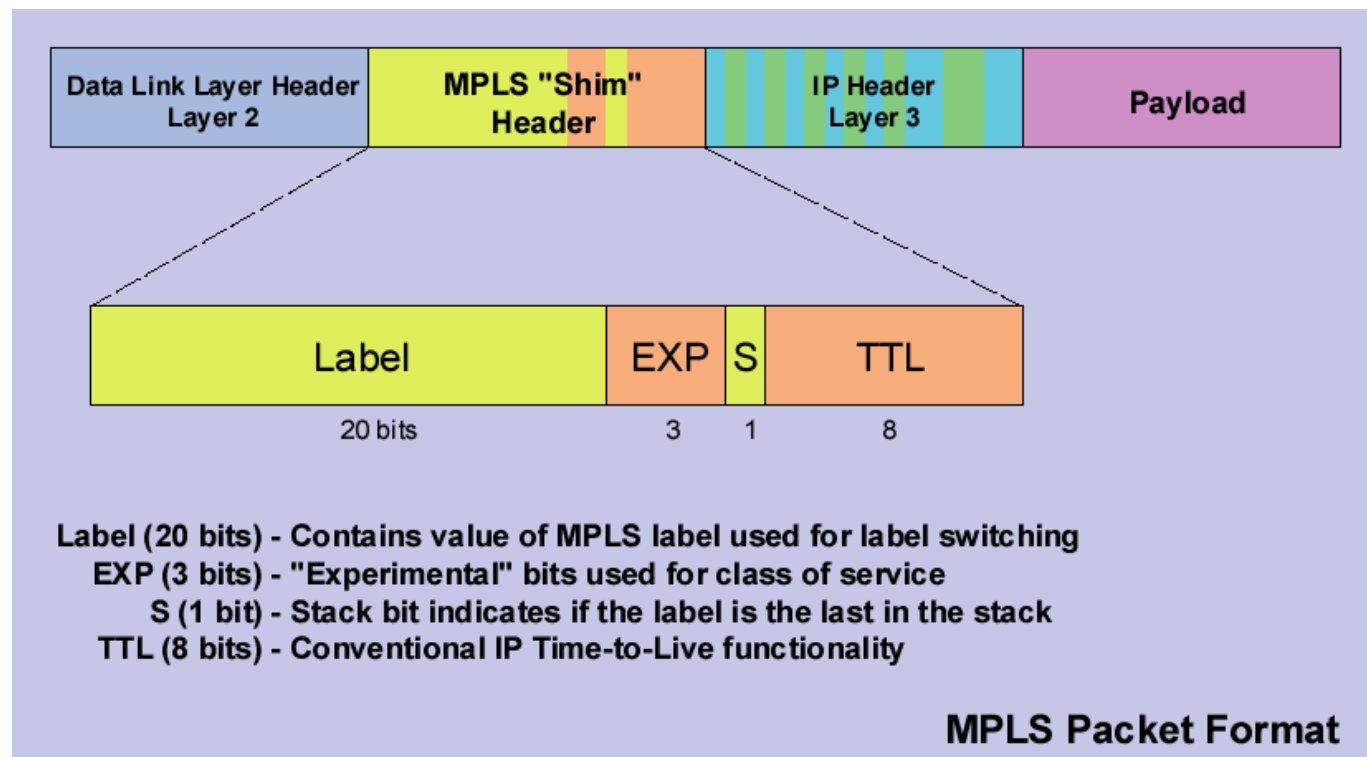
(im Innern eines MPLS-Netzes)

- Verhandelt die Labels (mit seinen Nachbarn) für jede FEC entlang des LSP
- Baut eine Label Information Base (LIB) auf, um die Beziehungen zwischen den Labels und den korrespondierenden FECs herzustellen
- Verhandelt die Labels erneut, wenn
 - sich die Netztopologie ändert
 - Labels überschrieben werden
- Führt Label Swapping durch

Labels

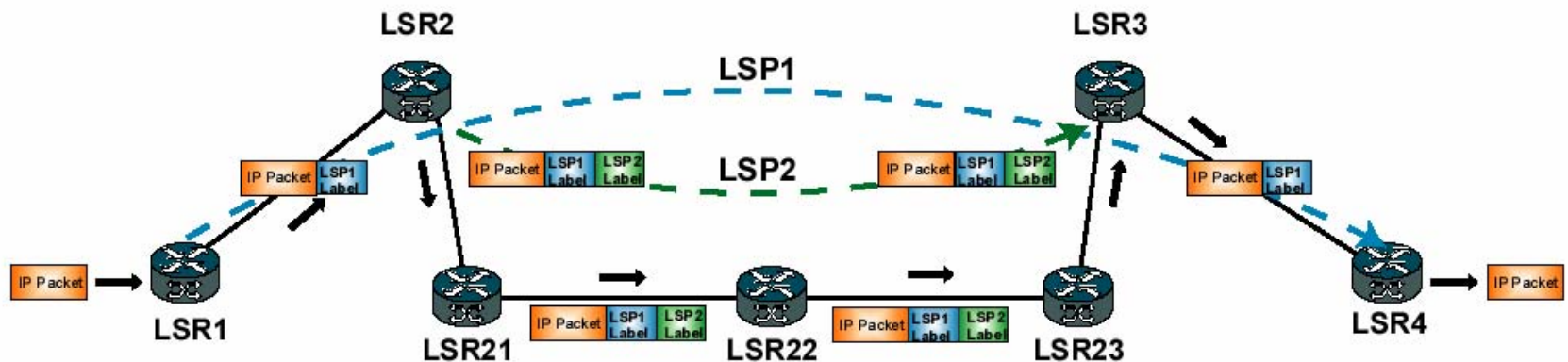
□ Label

- Ein kurzes Präfix des Datenpaketes mit fester Länge
- Verknüpfung mit einer **Forward Equivalency Class (FEC)**
- Index für die Label Information Base (LIB)



Label Stacking

- ❑ Labels können hierarchisch in einem Stack angeordnet werden
- ❑ First-in, first-out Stack



LSP1: (LSR1,LSR2,LSR3,LSR4)

LSP2: (LSR2,LSR21,LSR22,LSR23,LSR3)

MPLS-Switching

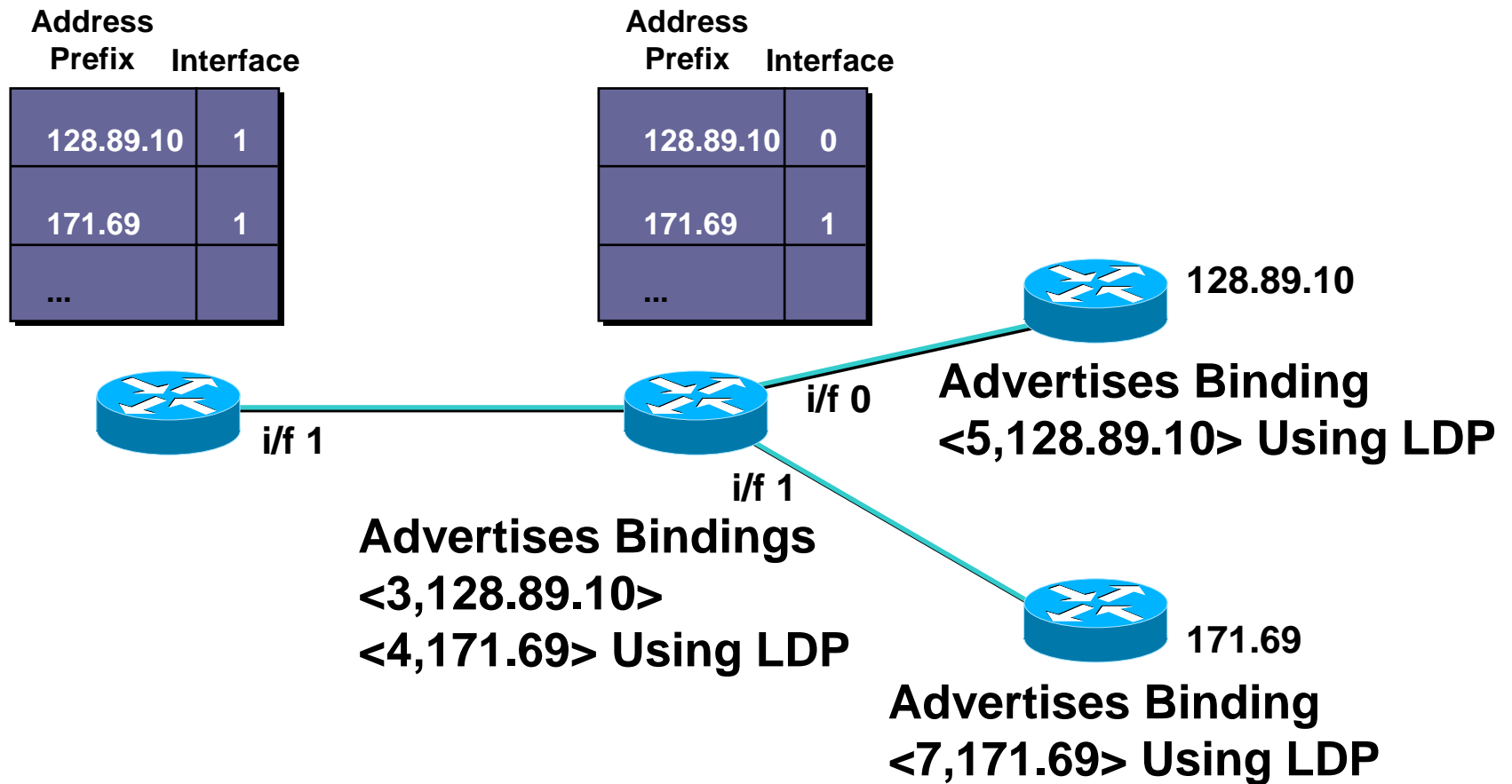
- MPLS-Switching besteht aus zwei Komponenten, die strikt voneinander getrennt sind
 - Austausch der Steuerinformation mit anderen Routern
 - Realisiert über Label Distribution Protocols und/oder OSPF, IS-IS und BGP-4
 - Bilden und Vorhalten der Forwarding Tables
 - Paketweiterleitung
 - Treffen einer Routingentscheidung durch Absuchen der Forwarding Table
 - Befördern des Datenpaketes vom Eingangs- zum Ausgangs-Interface
 - Alle Pakete einer FEC erfahren im Knoten gleiche Behandlung

Label Switching: Beispiel (1)

MPLS

Kap. 5.5

RN II

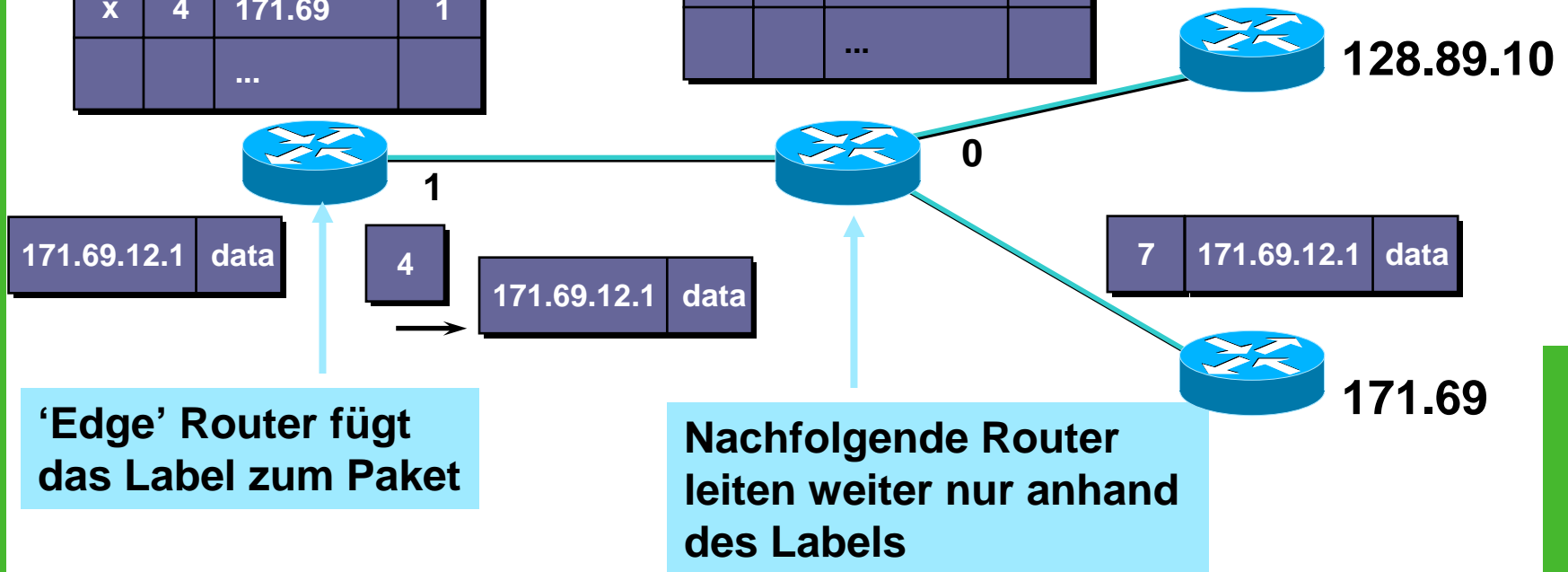


Label Switching: Beispiel (2)

RN II Kap. 5.5 MPLS

Local Label	Remote Label	Address Prefix	Interface
x	3	128.89.10	1
x	4	171.69	1
		...	

Local Label	Remote Label	Address Prefix	Interface
3	5	128.89.10	0
4	7	171.69	1
		...	



Label Distribution Protokolle

- Bauen auf traditionellem Routing auf, um
 - Topologieinformationen austauschen zu können
 - Z.T. die Label-Bindungen zu übertragen (BGP-4)
- Folgende Protokolle sind durch die IETF standardisiert
 - LDP (Label Distribution Protocol)
 - RSVP, RSVP-TE
- Liefern Erweiterungen zu existierenden Routing-Protokollen
 - BGP-4

RSVP – Resource Reservation Setup Protocol

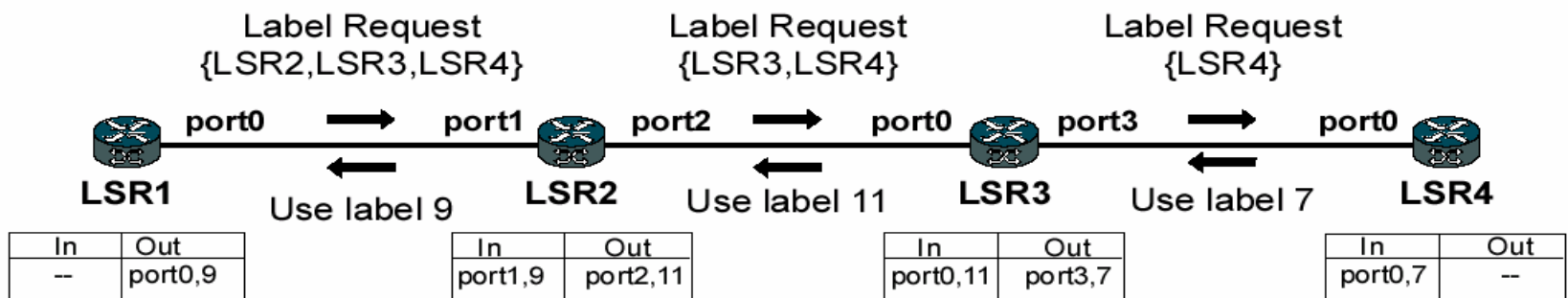
BGP – Border Gateway Protocol

LDP Label Zuweisung

- Hop-by-hop Label Zuweisung
- Zwei Methoden

- **Downstream on Demand**

- Der Ingress LSR fordert den Egress LSR auf, einen LSP aufzubauen



- **Downstream Unsolicited**

- Egress LSR baut den LSP auf
- Weist einem Datenstrom ein Label zu

Constraint-based Routing LDP

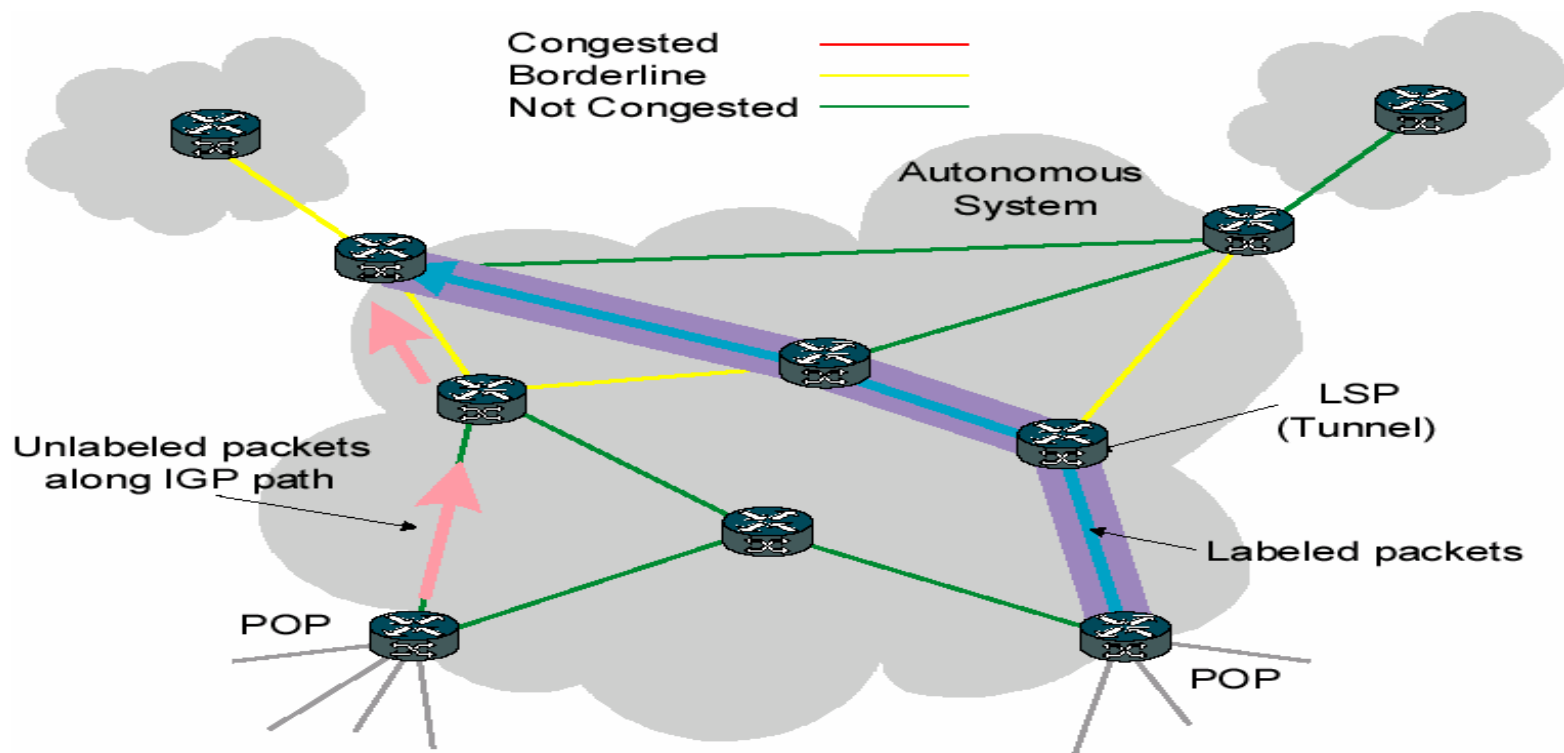
(LDP: Label Distribution Protocol)

- Erlaubt Source Routing und Traffic Engineering
- CR-LDP Explicit Route
 - Wird am Rande jedes MPLS-Netzes berechnet
 - Jeder LSR muss die Explicit Route befolgen
 - Explicit Route ist in einer Label Request Message als eine Liste von Nodes erfasst
- CR-LDP erlaubt Explicit Routes unabhängig von den Informationen der Routingprotokolle
- Erlaubt QoS-based Routing
- RSVP-TE

Anwendungsszenarien: MPLS und Traffic Engineering

□ Traffic Engineering vs. Network Engineering

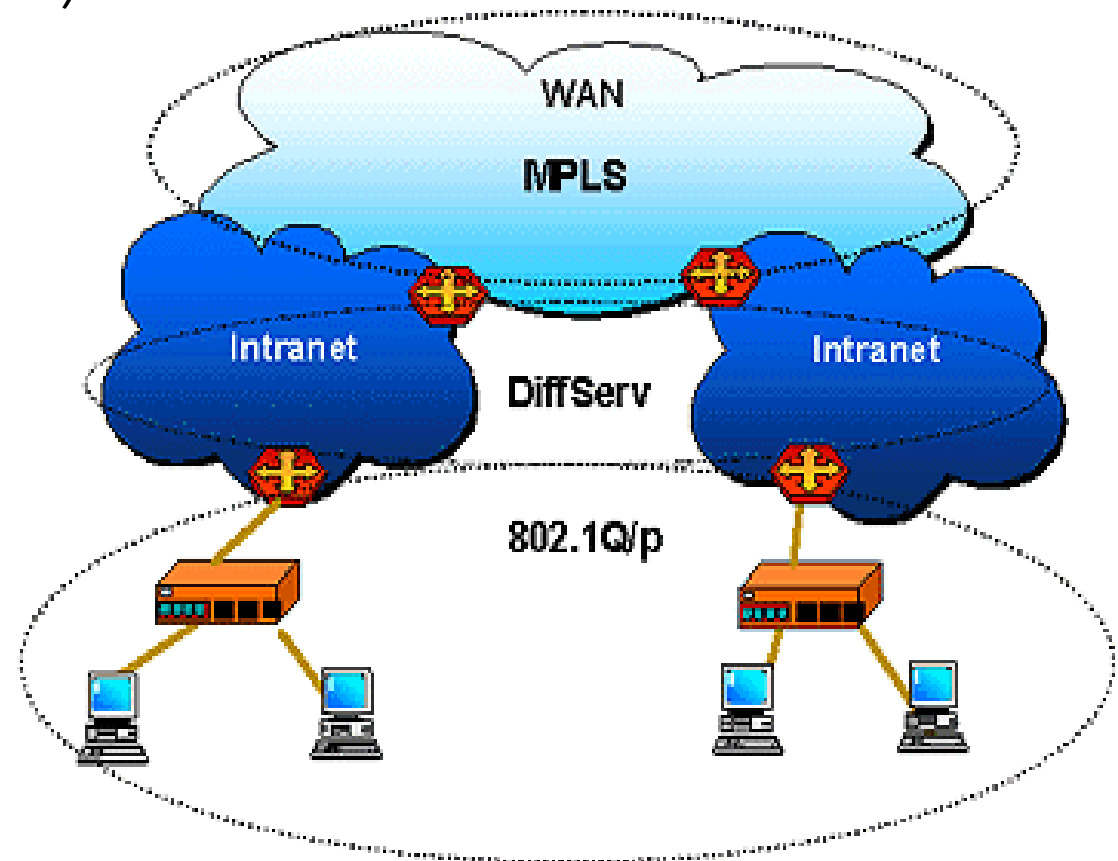
- Network Engineering: „placing bandwidth to support traffic“
- Traffic Engineering: „placing traffic where there is bandwidth“



Anwendungsszenarien: MPLS und QoS

□ MPLS unterstützt die gängigen IETF QoS-Modelle (hat kein eigenes QoS-Modell)

- DiffServ über MPLS
- IntServ über MPLS

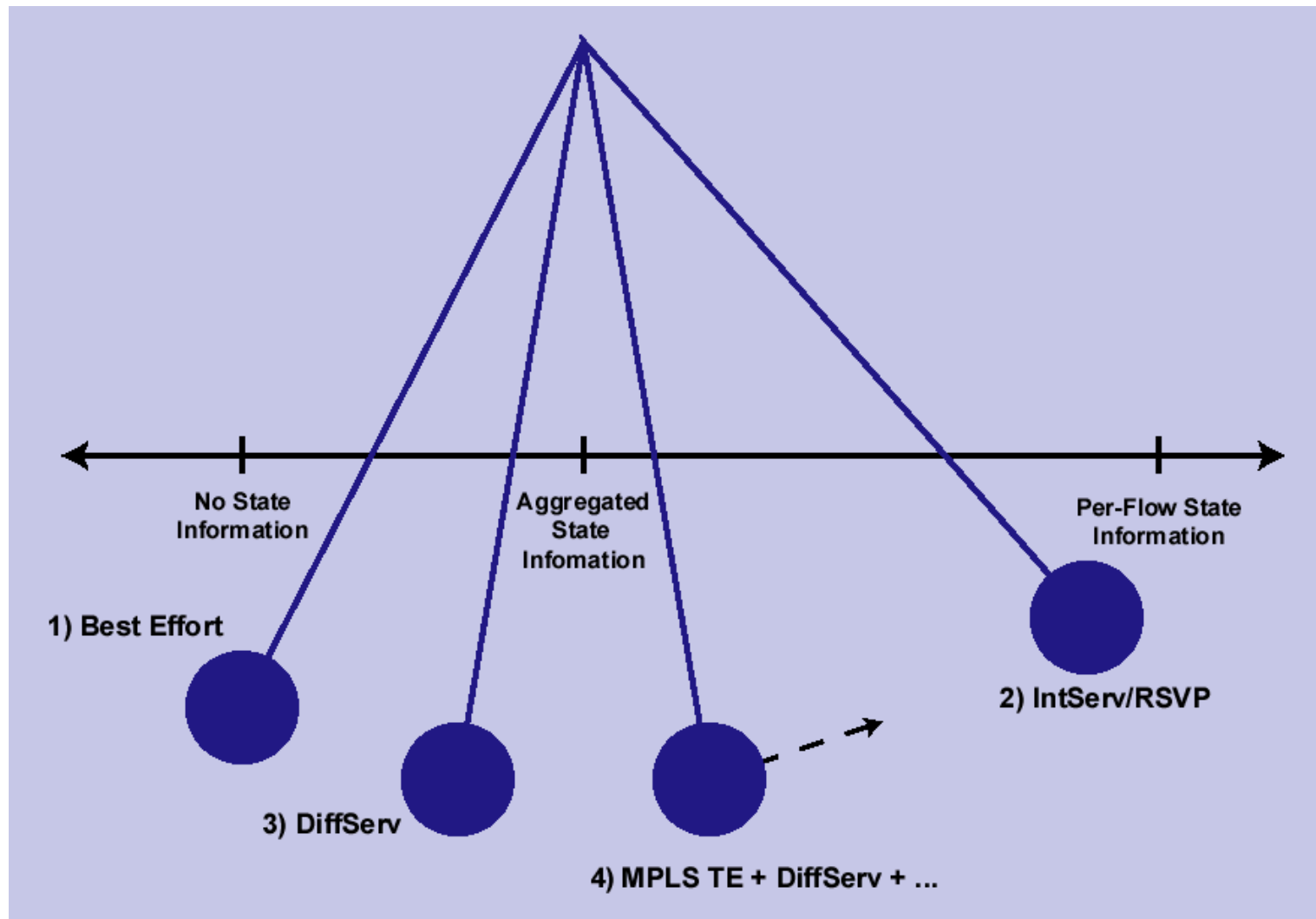


Anwendungsszenarien: MPLS und QoS

MPLS

Kap. 5.5

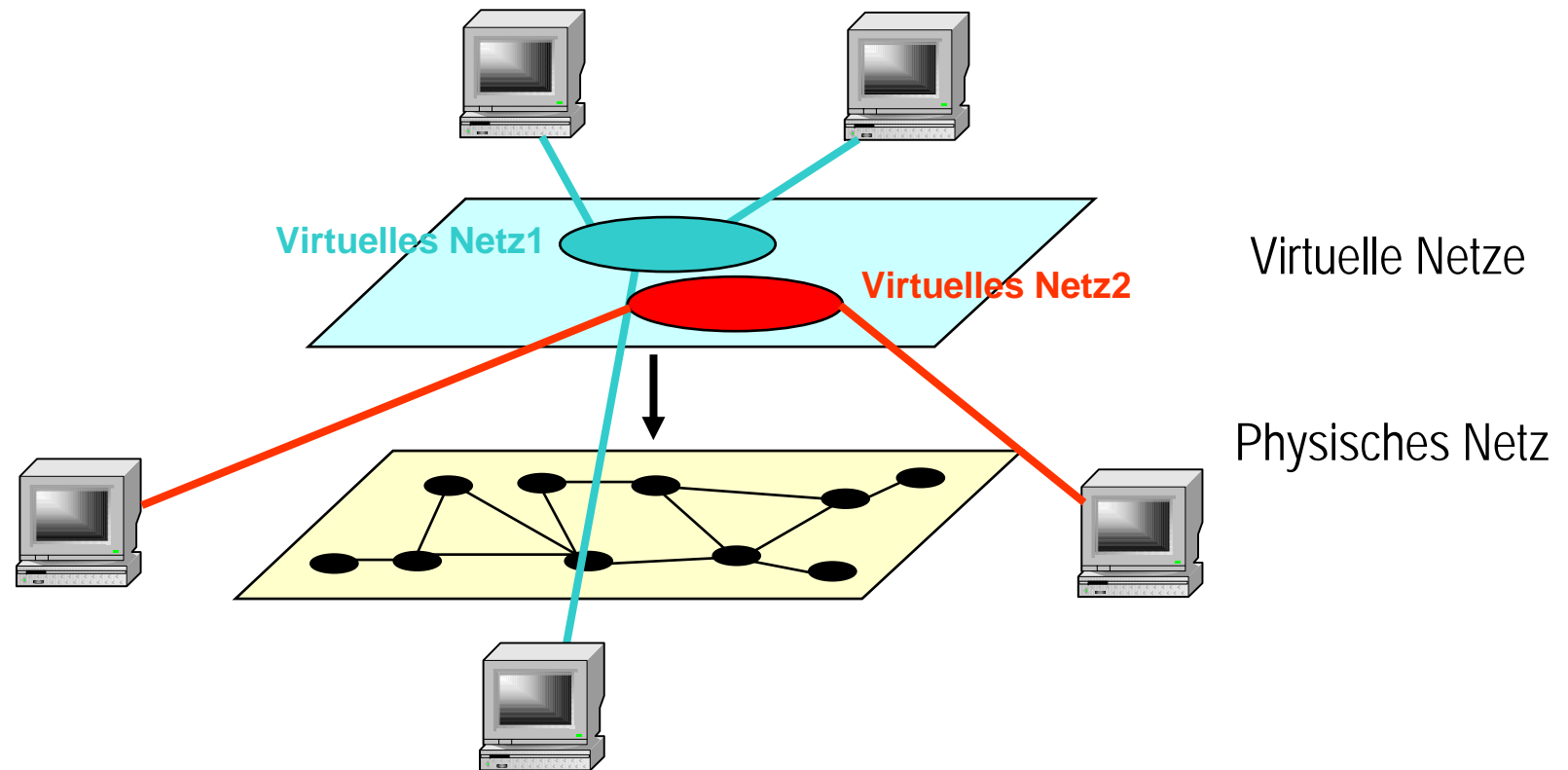
RN II



MPLS und VPN

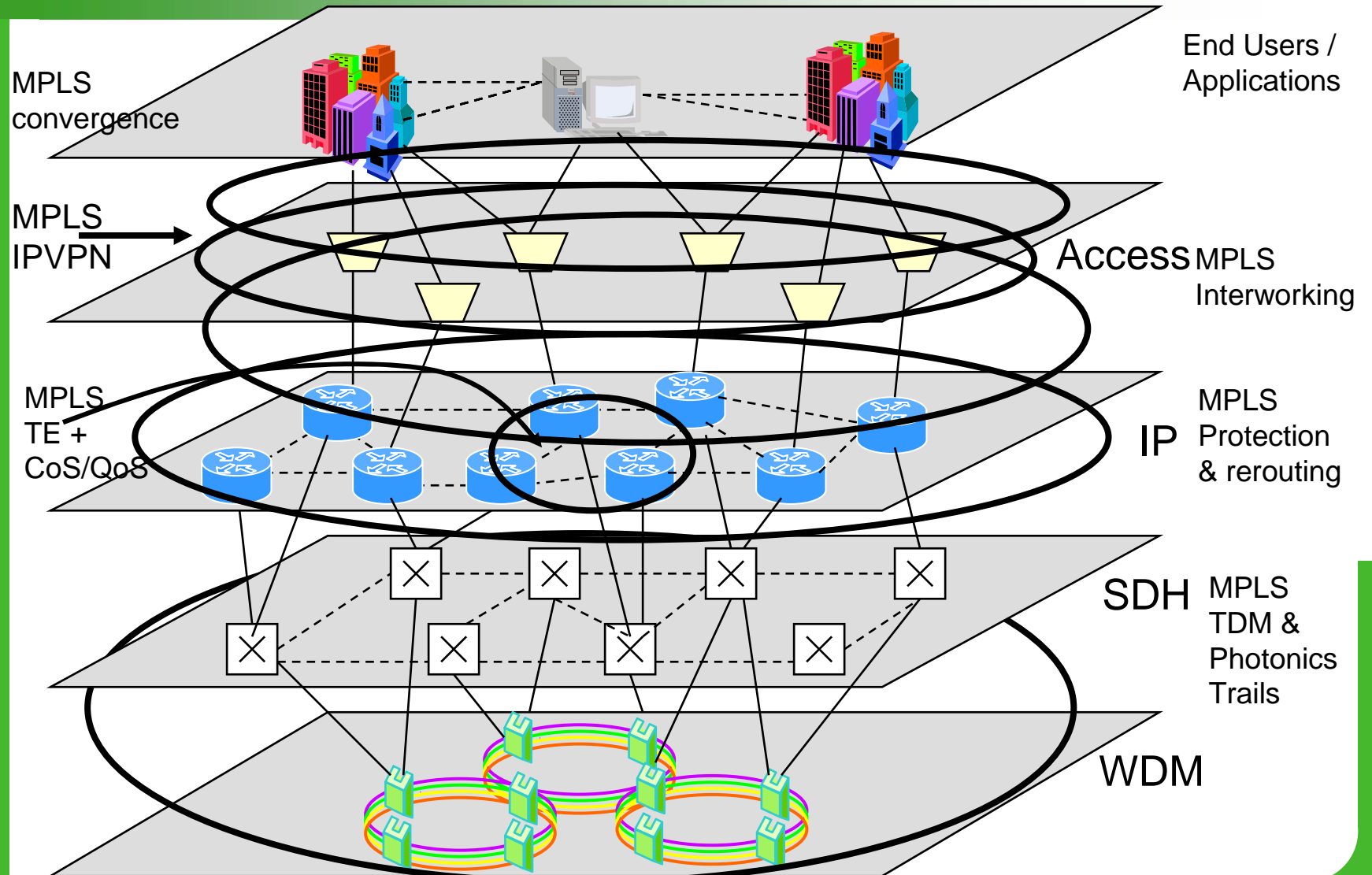
□ Virtuelle private Netze: Was wollen wir?

- Layer-3-Backbone, Skalierbarkeit, einfaches Management, QoS, Sicherheit, Nutzung privater IP-Adressen



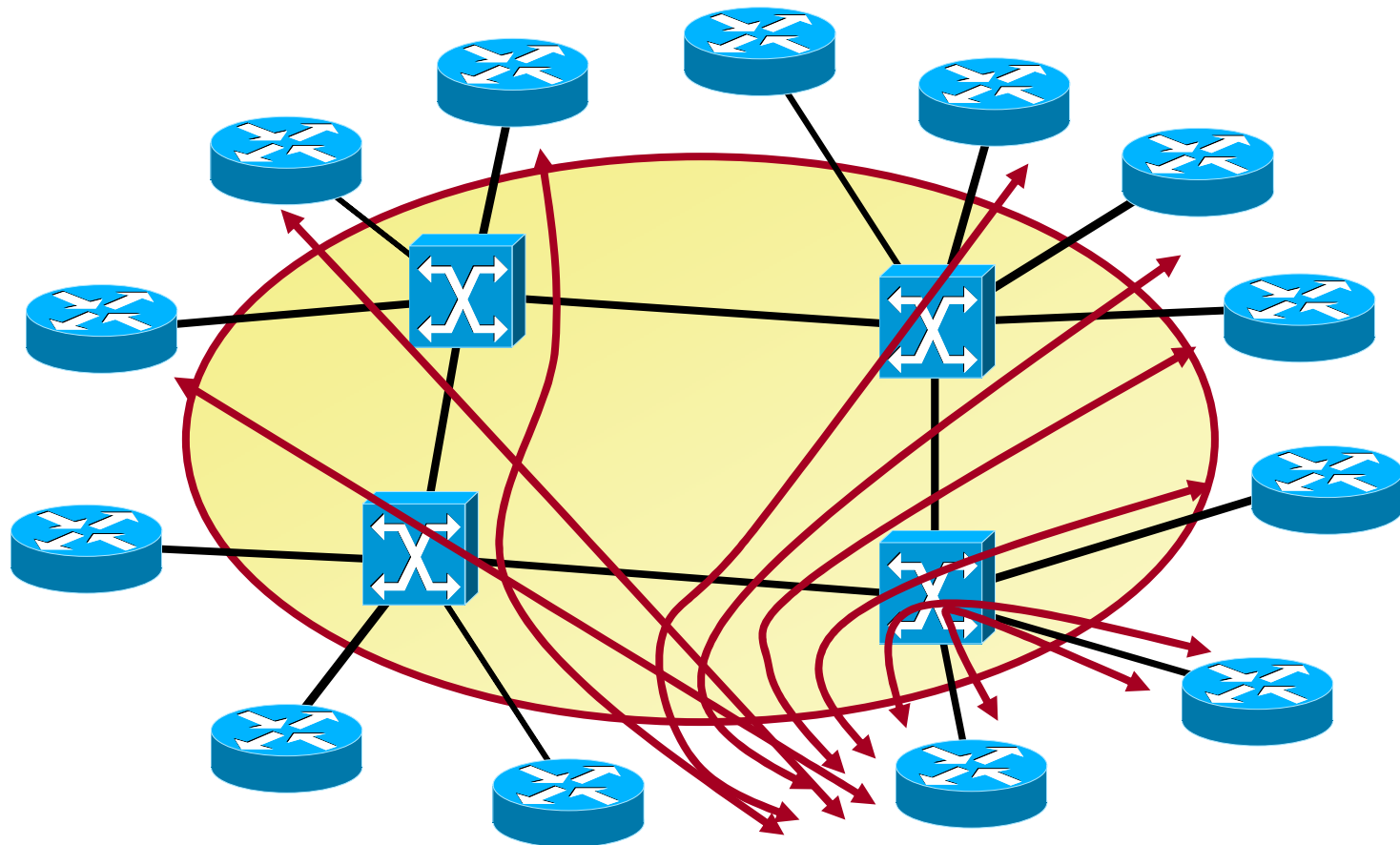
MPLS und VPN: Beispielszenario

MPLS
Kap. 5.5
RN II



Aspekte: Skalierbarkeit in L2/L3-Netzen

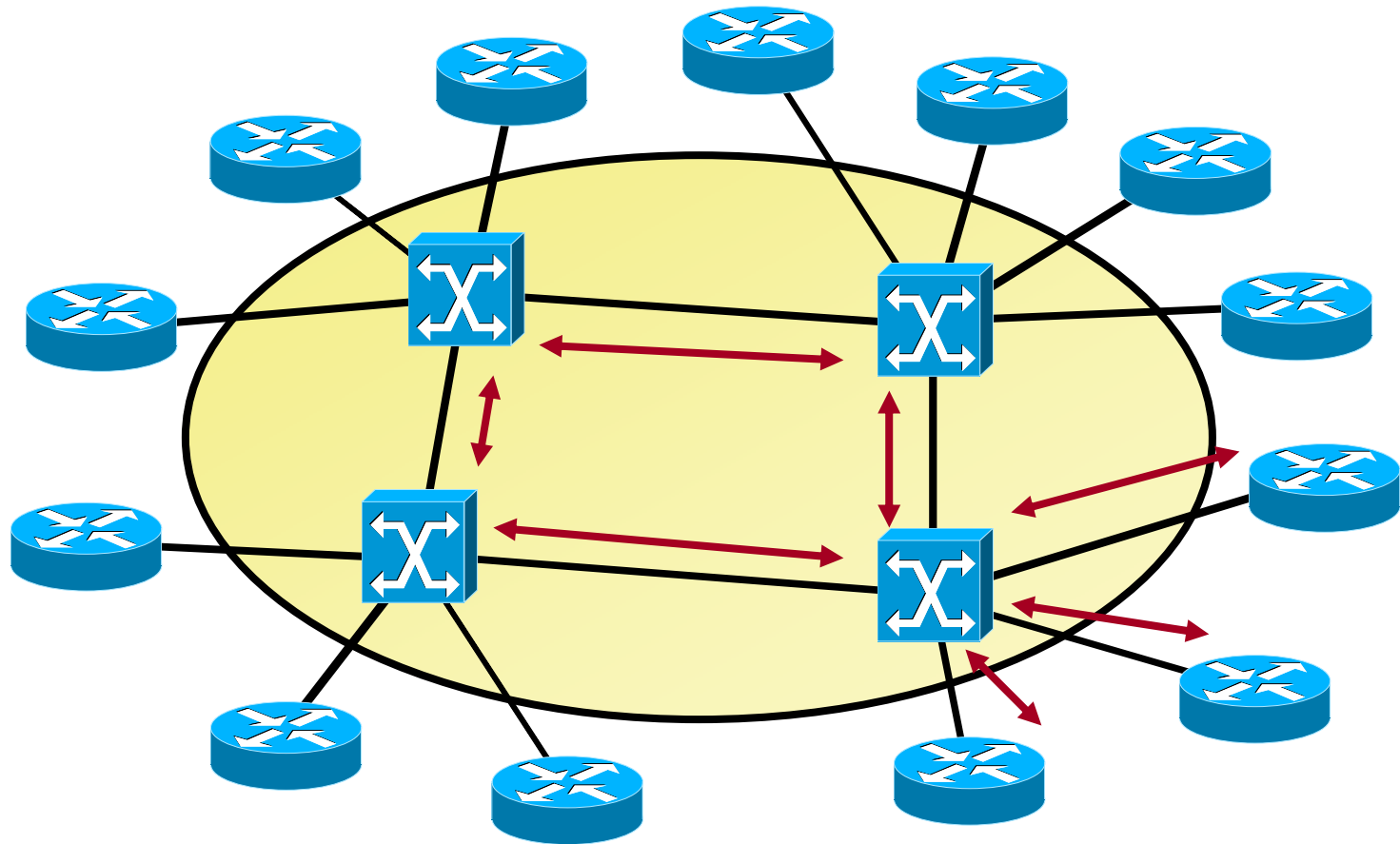
RN II
Kap. 5.5
MPLS



Große Anzahl der von Routing-Nachbarn → Routing Performanz!

Aspekte: Skalierbarkeit im MPLS-Netz

RN II
Kap. 5.5
MPLS



Neighbor-Neighbor Routing Adjacencies

MPLS: Standards

- RFC 3031: MPLS Architecture
- RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding
- RFC 3033: Assignment of the Information Field and Protocol Identifier in the Q.2941 Generic Identifier and Q.2957 User-to-User Signaling for IP
- RFC 3034: Use of Label Switching on FR Networks
- RFC 3035: MPLS using LDP and ATM VC Switching
- RFC 3036: LDP Specification
- RFC 3037: LDP Applicability
- RFC 3038: VCID Notification over ATM Link for LPD
- RFC 3063: MPLS Loop Prevention Mechanism