

MPLS

Grundlagen und Ausblick

Treffen der ITG-Fachgruppe 5.2.3
14. März 2006

Heinrich Gebehenne

 : +49 6151 83 2865

e- : Heinrich.Gebehenne@t-systems.de

MPLS-Technologie im Überblick

- Was ist MPLS?
- MPLS Grundlagen
- MPLS und Class of Service (CoS)
- Traffic Engineering mit MPLS
- VPN@MPLS
- Ausblick (GMPLS)

MPLS-Technologie im Überblick

- **Was ist MPLS?**
- MPLS Grundlagen
- MPLS und Class of Service (CoS)
- Traffic Engineering mit MPLS
- VPN@MPLS
- Ausblick (GMPLS)

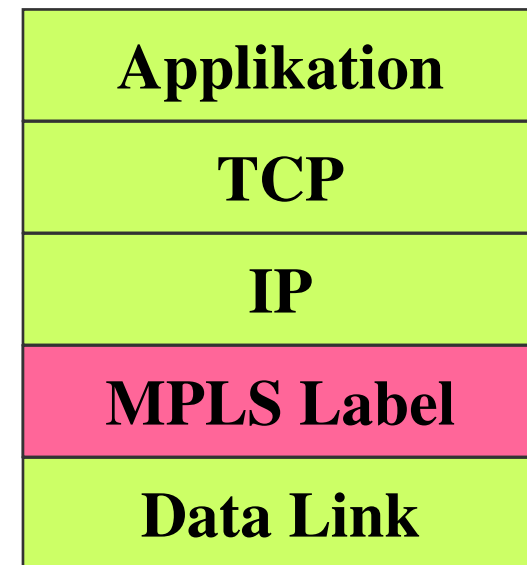
Was ist MPLS?

- **Beförderungsmechanismus für IP-Pakete, bestehend aus:**
 - einem Satz von Signalisierungsprotokollen
 - schnelle Hardware gesteuerte Weiterleitung der IP-Pakete (ASICs)

Shim Layer zwischen IP- und Data-Link-Layer als:

- Forwarding Label
- Multiplex Adresse

< Schicht >



MPLS History (1)

- **IP-Switching Technologien Mitte der 90ziger Jahre**
 - CSR von Toshiba
 - Ipsilon Switching
 - MPOA spezifiziert vom ATM-Forum
 - TAG-Switching von Cisco
 - ARIS von IBM
 - IP Navigator (Ascend /Lucent)
- **März 1997: IETF ruft die MPLS Working Group ins Leben**

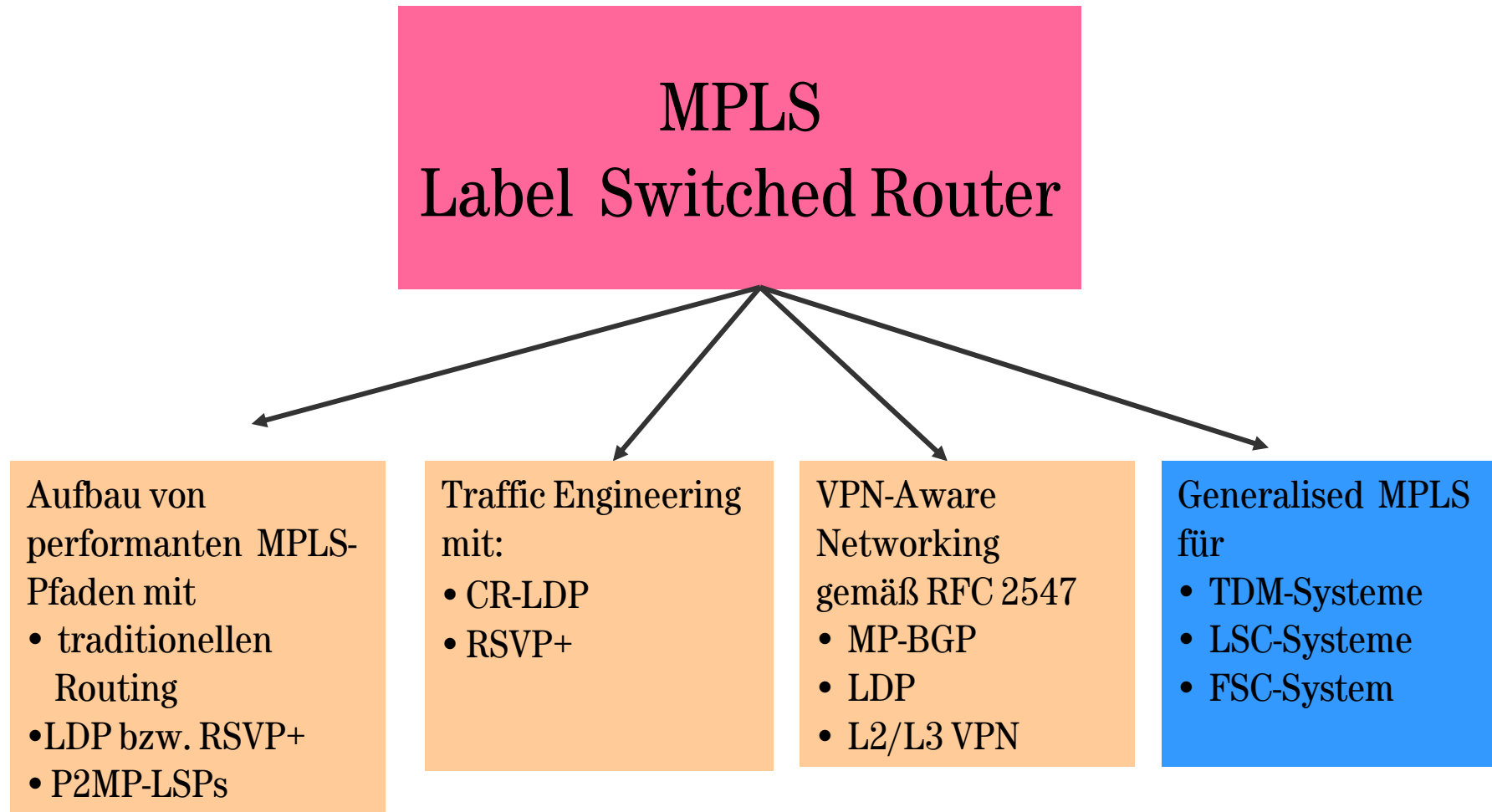
MPLS History (2)

- 1997 erste Drafts
- 1999 Arbeit an Traffic Engineering beginnt
- 2000 Beginn der Entwicklung von MPLS für optische Netze
- März ´01 IETF gründet Sub IP Area (MPLS in nicht IP-Netzen, GMPLS)

MPLS Statuts in der IETF

Arbeitsgruppe	Status
Multiprotocol Label Switching (MPLS)	Fast abgeschlossen
Traffic Engineering Working Group (TEWG)	Abgeschlossen in 2004
Common Control and Measurement Plane (CCAMP)	Aktiver Kernbereich der (G-)MPLS Standards
Pseudo Wire Emulation Edge to Edge (PWE3)	In der Hauptbearbeitungsphase
Layer-2 Virtual Private Networks (L2VPN)	In der Hauptbearbeitungsphase
Layer-3 Virtual Private Networks (L3VPN)	Fast abgeschlossen
Path Computation Element (PCE)	Neue WG seit 2005, davor BOF seit 2004
Layer-1 Virtual Private Networks (L1VPN)	Neue WG seit 2005 ohne BOF-Vorlauf

Das MPLS Paradigma

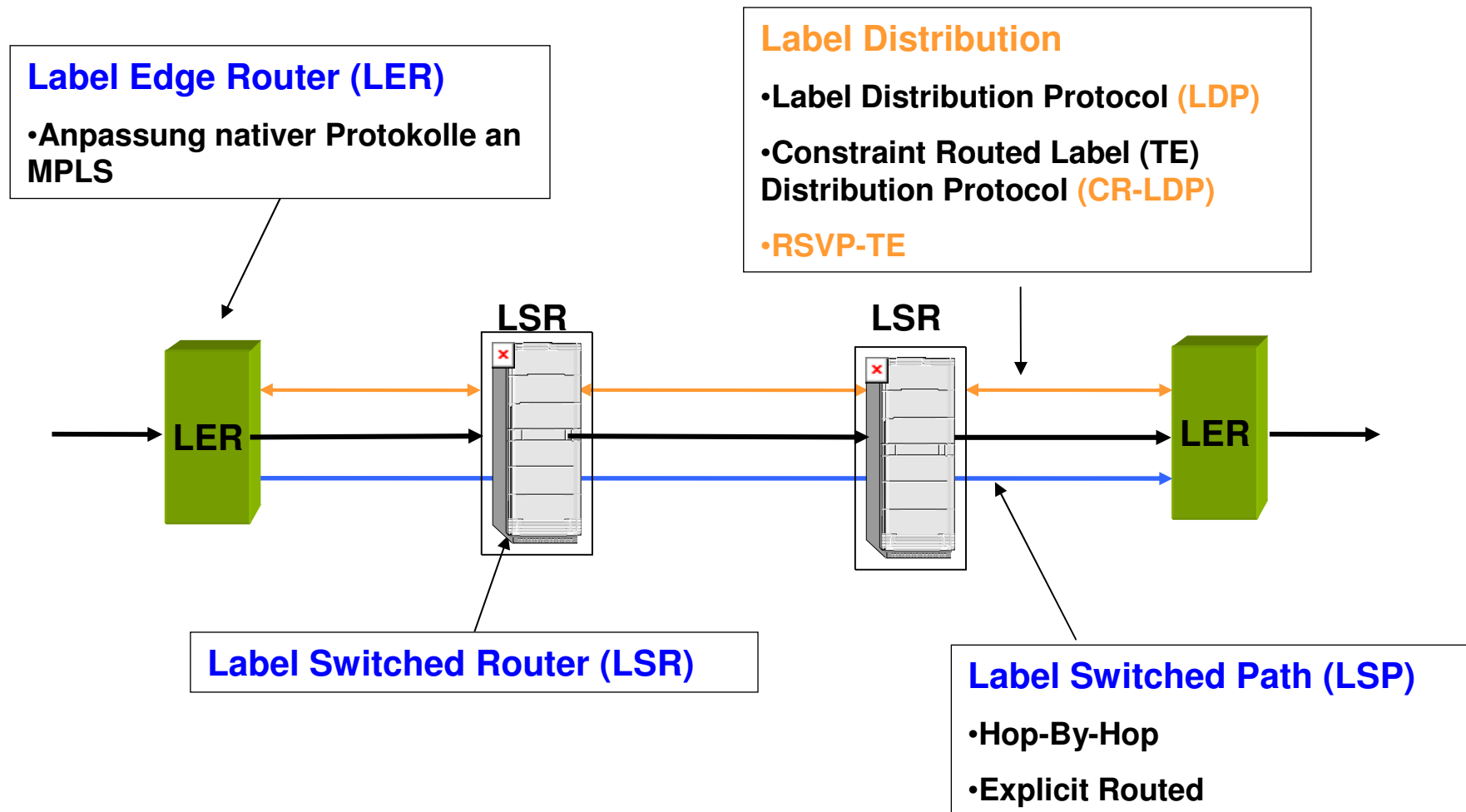


MPLS-Technologie im Überblick

- Was ist MPLS?
- **MPLS Grundlagen**
- MPLS und Class of Service (CoS)
- Traffic Engineering mit MPLS
- VPN@MPLS
- Ausblick (GMPLS)

MPLS Grundlagen (1)

MPLS Komponenten



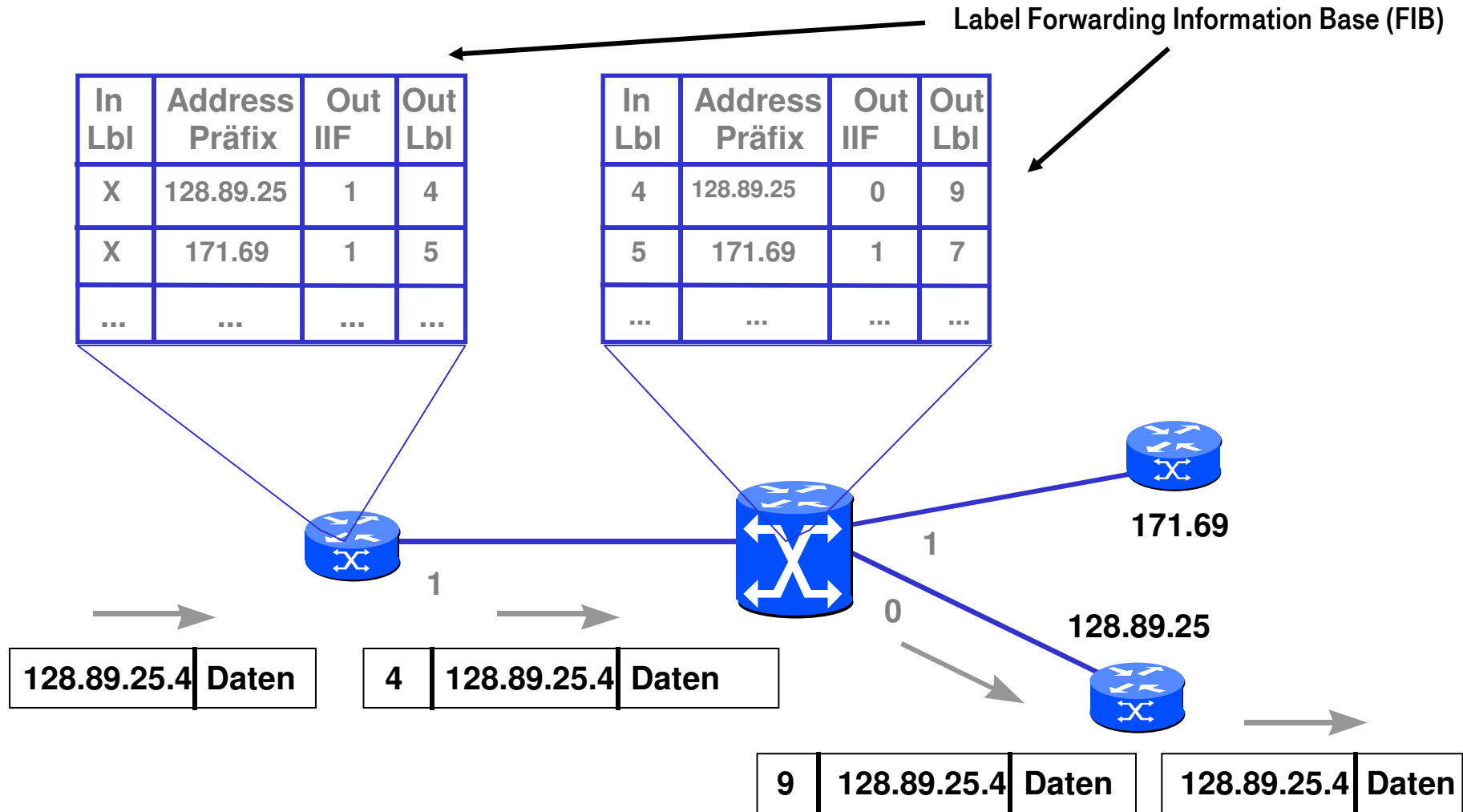
MPLS Grundlagen (2)

Forwarding Equivalence Class (FEC)

- **FEC = Weiterbeförderung von Paketen nach den gleichen Kriterien, in der Regel IP-Adresspräfix**
- **Weiterleitung erfolgt in MPLS-Pfaden (Label Switches Path, LSP)**
- **Aufbau der LSPs folgt der vom internen (IGP) Routingprotokoll berechneten Topologie**
- **Bei “konventionellem” Routing wird ein Paket in jedem Hop einer FEC zugeordnet; bei MPLS nur am Netz-Eingang**

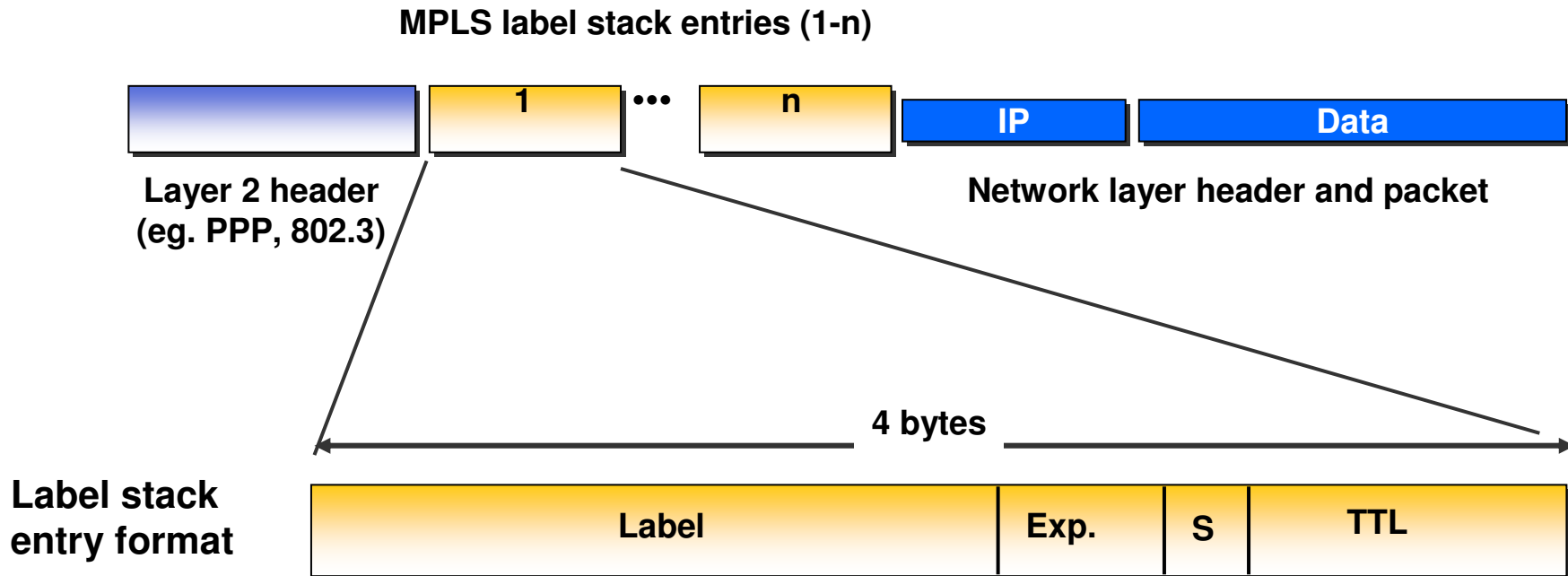
MPLS Grundlagen (3)

MPLS Forwarding



MPLS Grundlagen (4)

MPLS Encapsulation



Label: Label value, 20 bits (0-16 reserved)

Exp.: Experimental Use, 3 bits

S: Bottom of Stack, 1 bit (1 = letzter Eintrag im Label Stack)

TTL: Time to Live, 8 bits

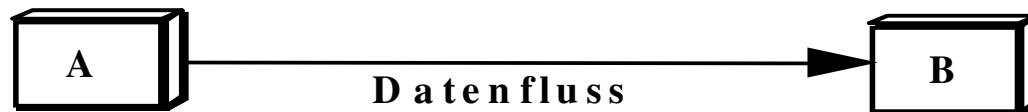
MPLS Grundlagen (5)

MPLS Label Zuweisung (Label Binding)

- **Label Binding mit Resource Reservation Protocol (RSVP)**
 - PPATH und RESV Nachrichten beinhalten zusätzliches Objekt zur Übertragung der Label
- **Label Binding mit Label Distribution Protocol (LDP)**
 - Label Binding erfolgt immer vom Downstream zum Upstream LSR

Upstream LSR

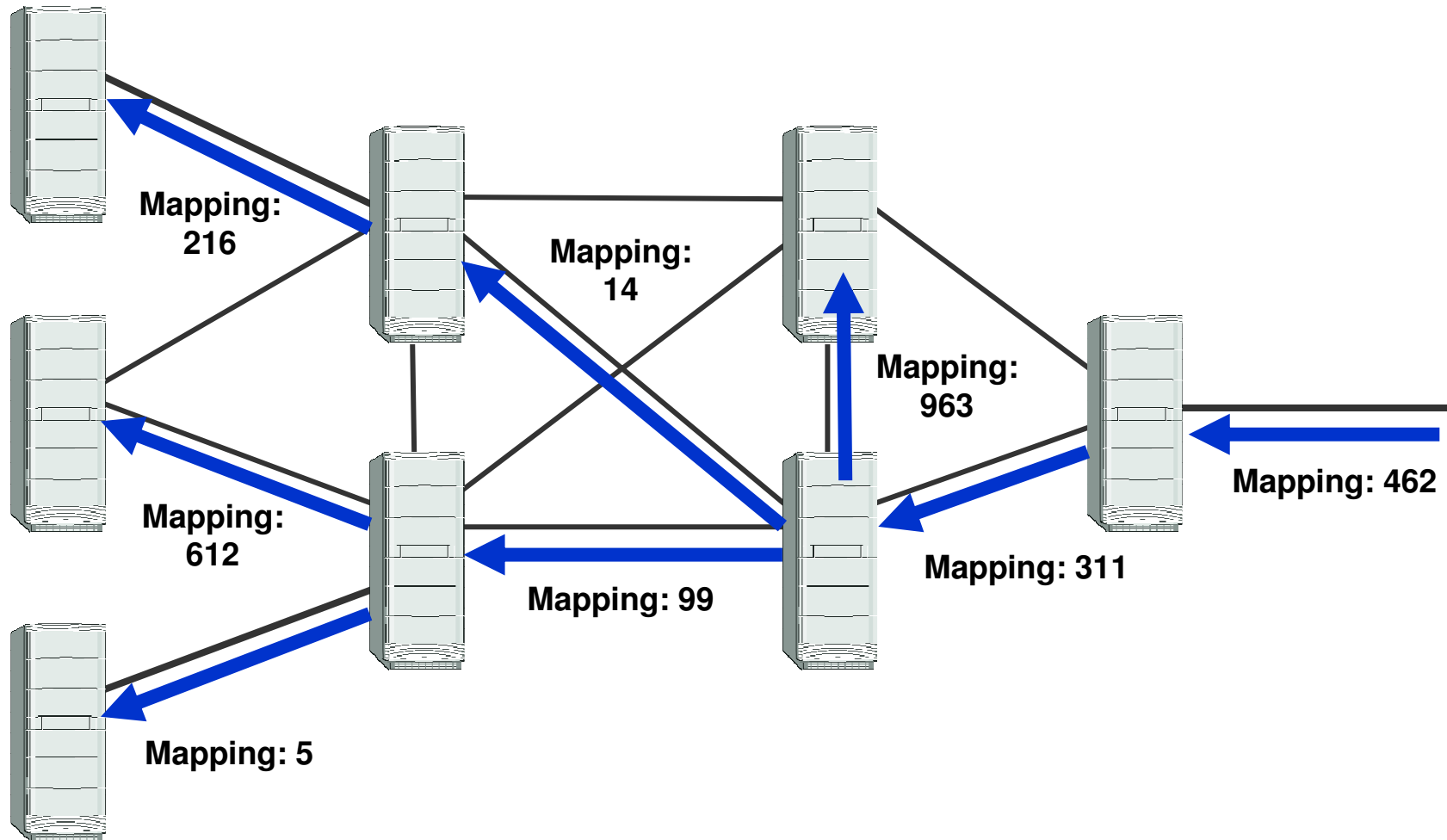
Downstream LSR



- **Es gibt zwei Zuweisungsmechanismen**
 - Downstream unaufgefordert (Downstream Unsolicited)
 - Downstream aufgefordert (Downstream on Demand)
- **Die Label sind nur von lokaler Bedeutung und müssen nur per LSR eindeutig sein**

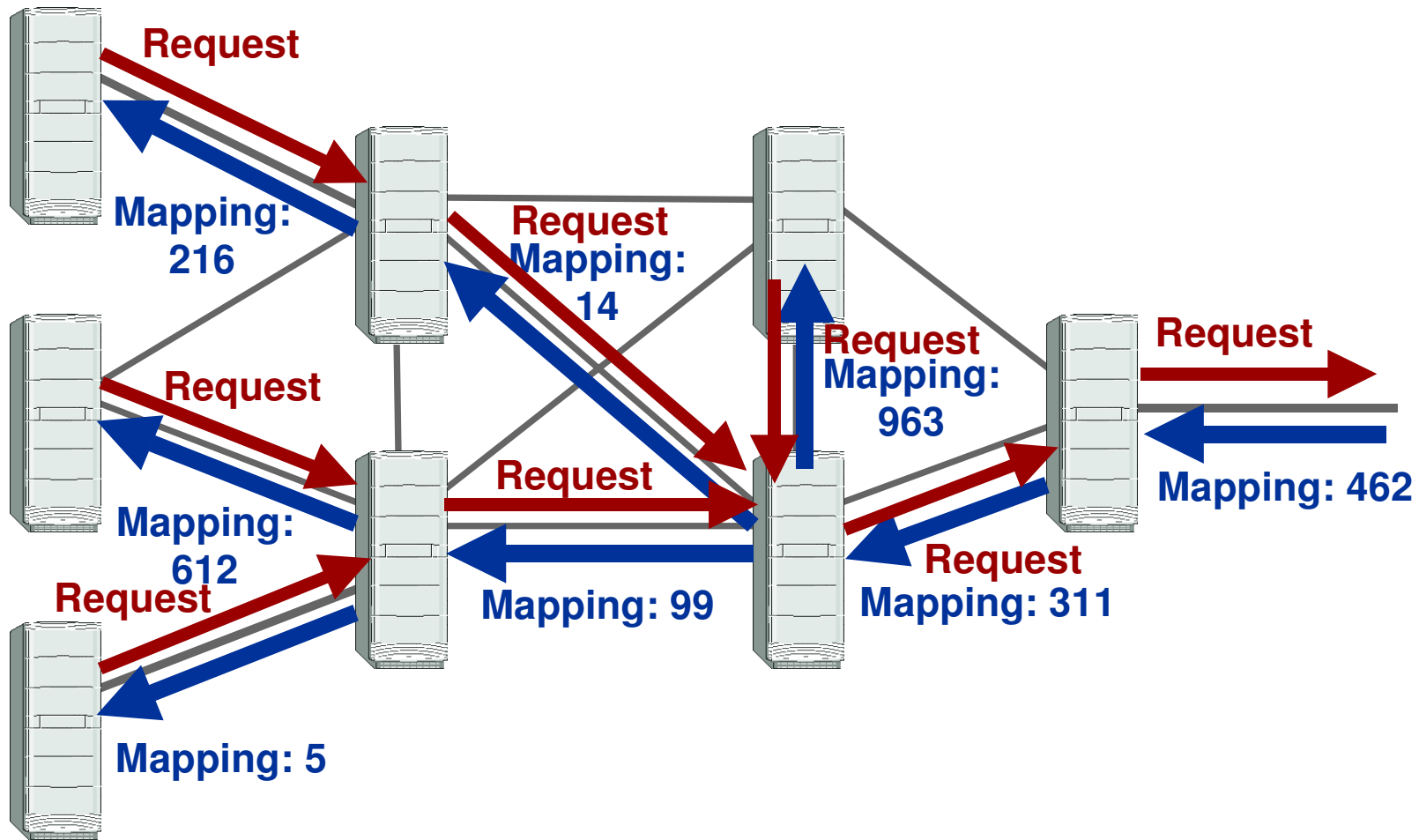
MPLS Grundlagen (6)

MPLS Label Zuweisung Downstream Unsolicited



MPLS Grundlagen (7)

MPLS Label Zuweisung Downstream on Demand

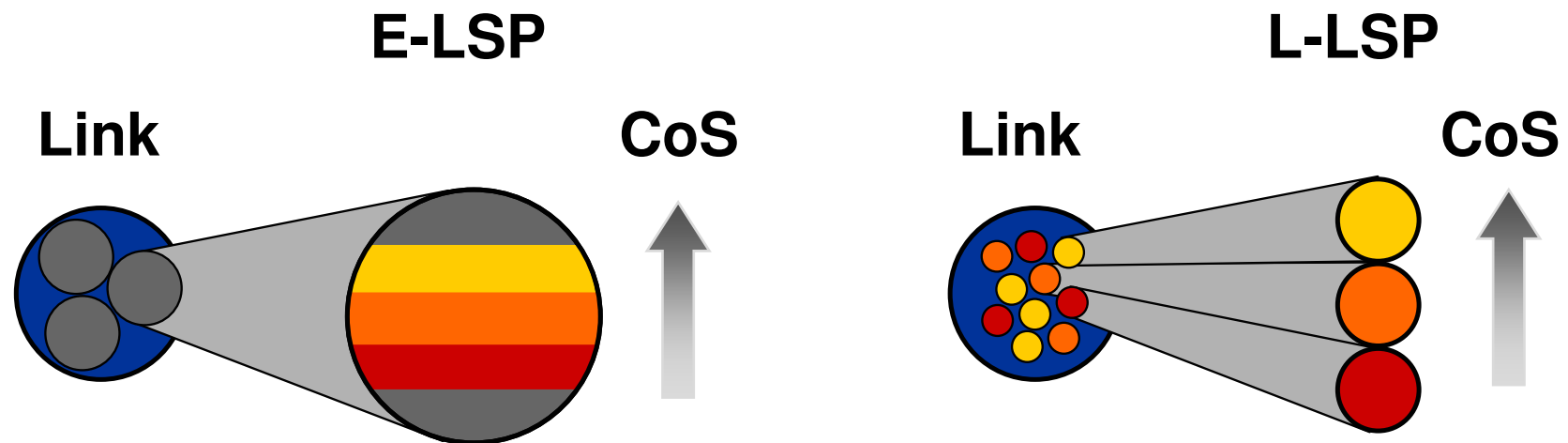


MPLS-Technologie im Überblick

- Was ist MPLS?
- MPLS Grundlagen
- **MPLS und Class of Service (CoS)**
- Traffic Engineering mit MPLS
- VPN@MPLS
- Ausblick (GMPLS)

MPLS und Class of Service (CoS)

- Basiert auf dem DiffServ. Modell
- Es gibt zwei Möglichkeiten DiffServ in MPLS zu integrieren:
 - Übertragung der DSCP in die Experimental Bits des MPLS Header \Rightarrow E-LSP
 - Pro DiffServ-Klasse ein LSP \Rightarrow L-LSP



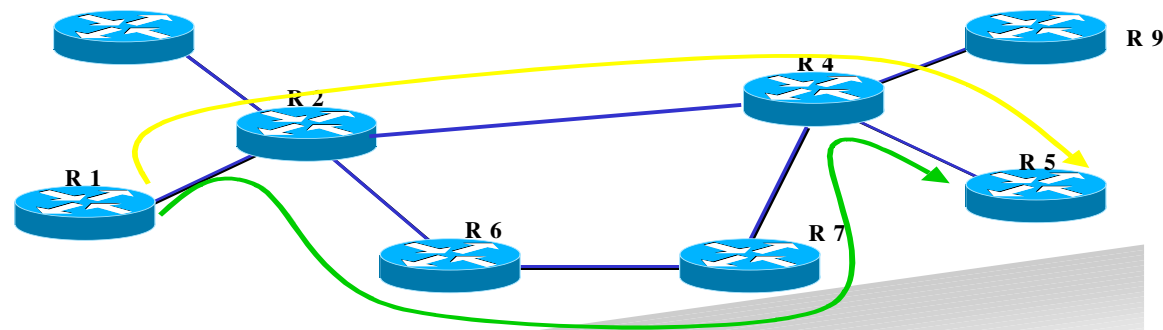
MPLS-Technologie im Überblick

- Was ist MPLS?
- MPLS Grundlagen
- MPLS und Class of Service (CoS)
- **Traffic Engineering mit MPLS**
- VPN@MPLS
- Ausblick (GMPLS)

Traffic Engineering mit MPLS (1)

Warum Traffic Engineering?

- **Optimale Nutzung der verfügbaren Ressourcen**
 - gleichmäßige Auslastung des Netzwerkes
 - Vermeidung von überlasteten Netzsegmenten
 - Einrichtung von optimierten Verbindungswegen (Pfaden) für bestimmte Anwendungen (z.B. Voice over IP)



Alle Links STM-1



Gerouteter überlasteter Pfad



Nicht nutzbarer unterbelasteter Alternativpfad

Traffic Engineering mit MPLS (2)

Einrichtung von Traffic Trunks

- Bildung von aggregierten Datenflüssen (Makroflows) zwischen Edge Routern
- Aufbau eines „Traffic Trunks“ zwischen den Edge Routern
- Aufbau der Traffic Trunks erfolgt mit expliziten (constrained) Routen mit Hilfe von:
 - CR-LDP (Constrained based Routing LDP)
 - RSVP+ (spezielle Erweiterungen für RSVP zum Aufbau von Traffic Trunks)
- Traffic Trunks können geschützt werden durch:
 - Path Protection bei Ausfall eines LSP
 - Link Protection bei Ausfall des phy. Verbindungsweges
- IGP-Routingprotokolle IS-IS und OSPF wurden erweitert, um Ressource-Informationen zu transportieren

MPLS-Technologie im Überblick

- Was ist MPLS?
- MPLS Grundlagen
- MPLS und Class of Service (CoS)
- Traffic Engineering mit MPLS
- **VPN@MPLS**
- Ausblick (GMPLS)

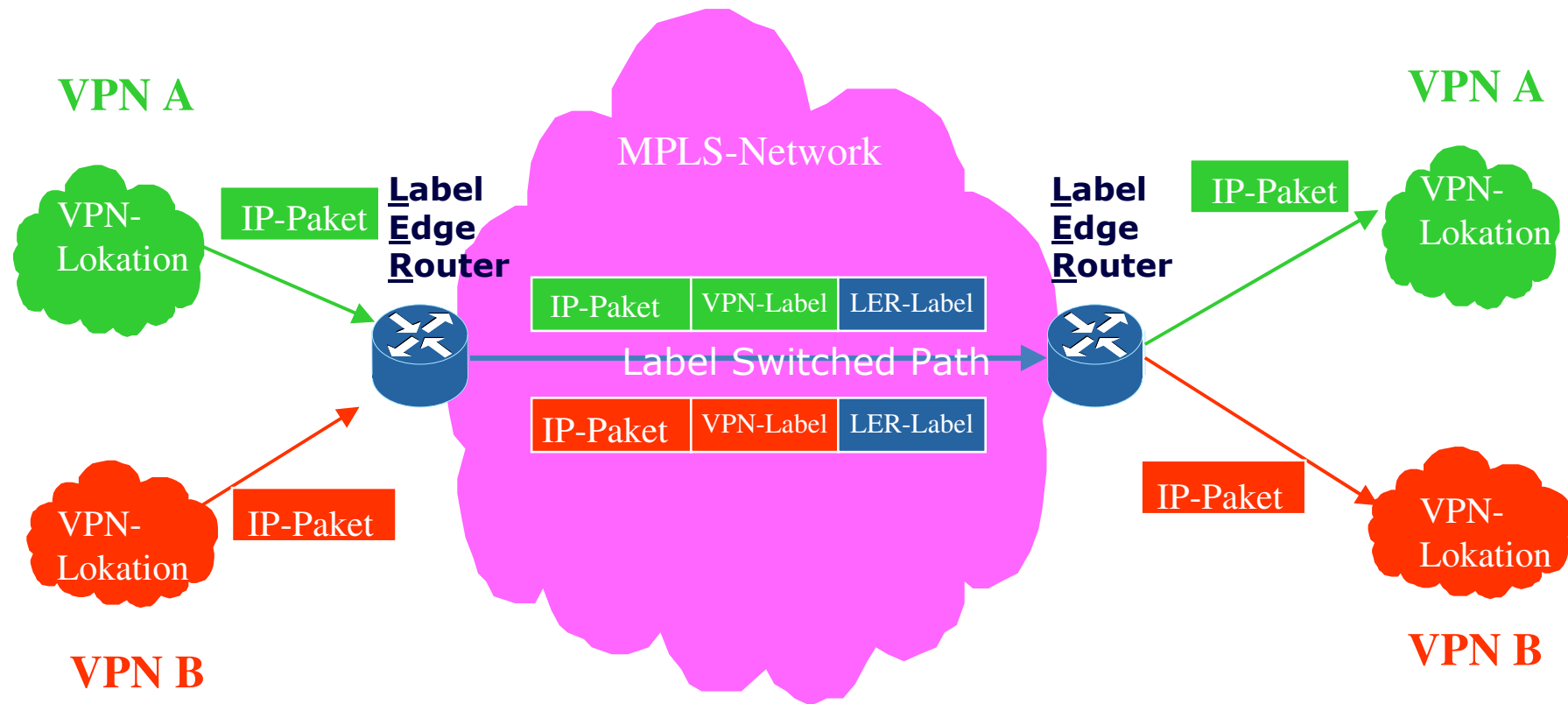
VPN@MPLS (1)

Grundmechanismen für Layer 3 VPNs

- **Transportmechanismen zum Weiterleiten der IP-Pakete**
 - Tunnelprotokolle
 - Zur Realisierung in einem IP/MPLS-Netzwerk werden MPLS-Tunnel mit mehreren Labeln (Label Stacking) verwendet
 - äußerer (LER) Label ⇒ Kennzeichnung des LSP zwischen zwei LER
 - innerer (VRF) Label ⇒ Kennzeichnung des zur VPN-Lokation gehörenden Interfaces des LER
- **Mechanismus zum Austausch von:**
 - MPLS Label Informationen
 - Routinginformationen des VPN

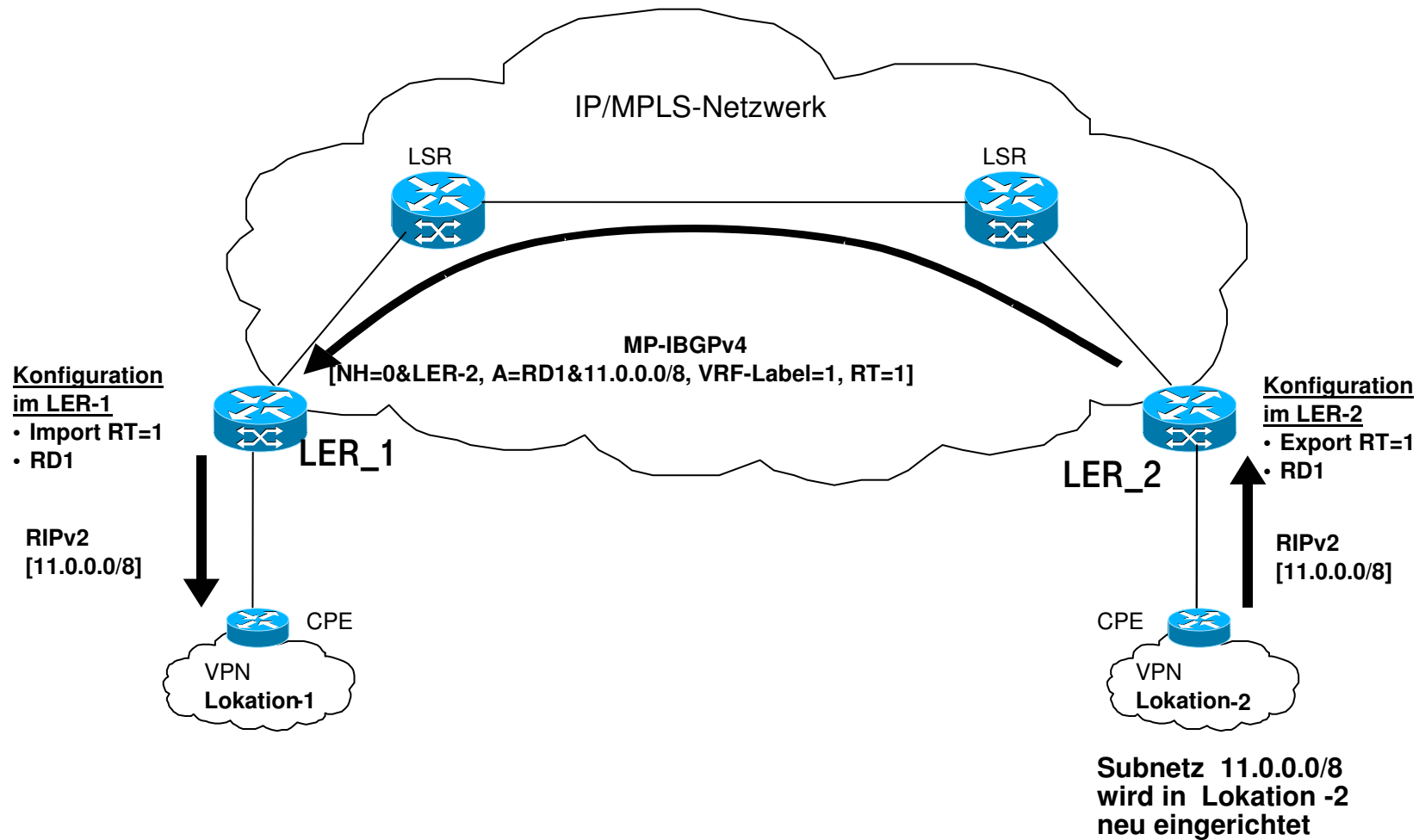
MPLS@VPN (2)

Grundprinzip Transportmechanismus (RFC2547bis)



MPLS@VPN (3)

Grundprinzip Routingmechanismus (RFC2547bis)

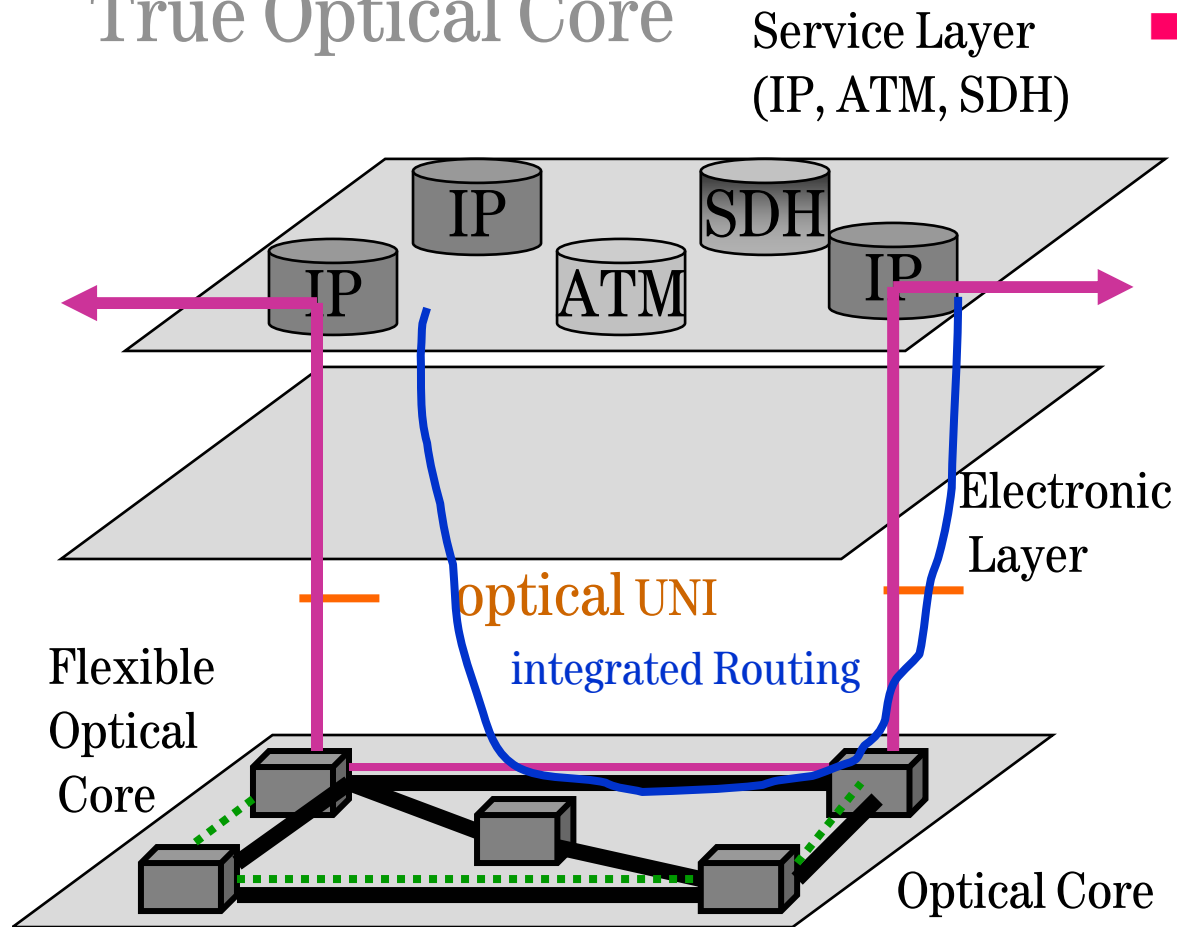


MPLS-Technologie im Überblick

- Was ist MPLS?
- MPLS Grundlagen
- MPLS und Class of Service (CoS)
- Traffic Engineering mit MPLS
- VPN@MPLS
- **Ausblick (GMPLS)**

GMPLS

True Optical Core



■ IP for Optics (Overlay Model)

- Nutzung des IP Control Protocol zum Aufbau von optischen Pfaden
- G.ASON and OIF O-UNI arbeiten an entsprechenden Standards

■ IP on Optics (Peer Model)

- optisches Netz als Core des IP-Netzes
- LSP läuft durch das optische Netz
- Der optische Pfad als "next Hop" für den Router