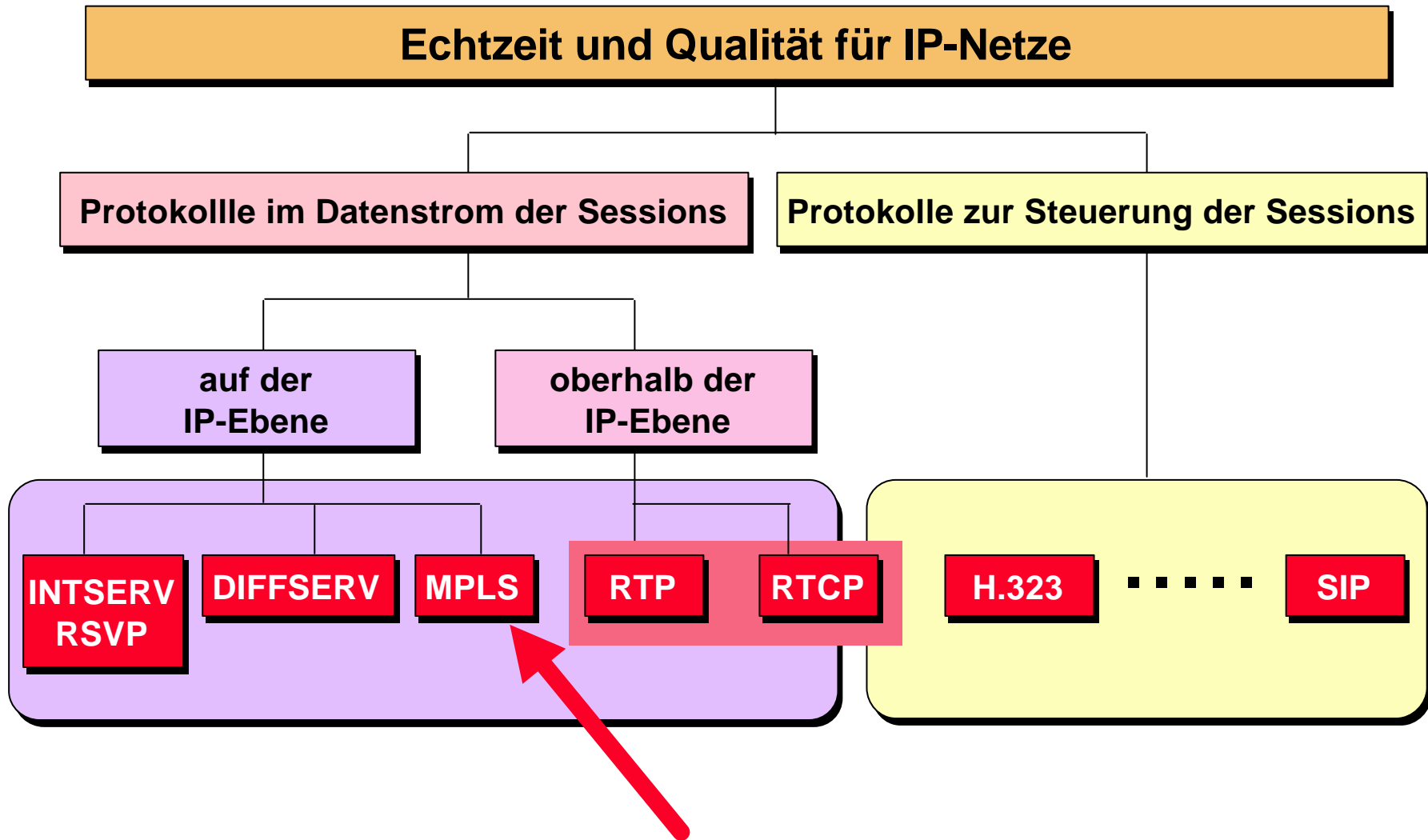


# **Multiprotocol Label Switching** **(MPLS)**

**Prinzipip - Technik - Anwendung - Gremien**

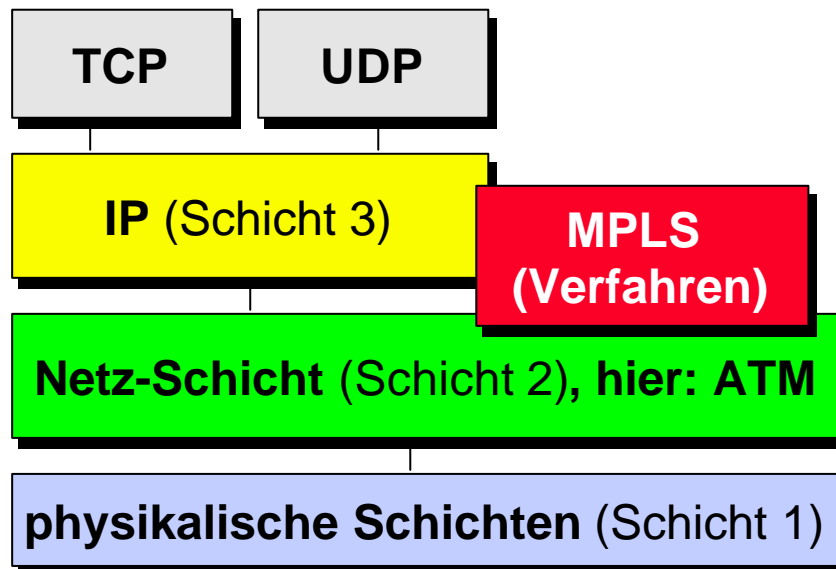
**Harald Orlamünder**

**Alcatel SEL AG**

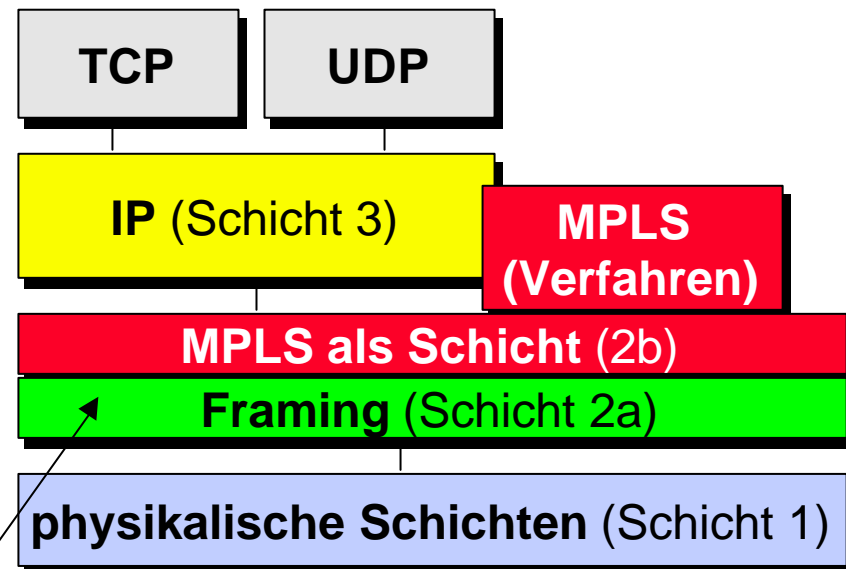


- ▼ **Multiprotocol Label Switching (MPLS) wurde zwar im Kontext von "IP over ATM" entwickelt, ist aber nicht auf ATM als Schicht 2 und IP als Schicht 3 festgelegt.**
- ▼ **Prinzip ist, daß den Layer 2 PDUs kurze Kennzeichnungen ("Lables") zugewiesen werden, die im MPLS-Netz umgewertet werden (so wie es ein ATM-Knoten mit VPIs/VCIs macht).**
- ▼ **Normale Schicht-3-Routingprotokolle (wie OSPF und BGP) können in der ersten Phase der Session verwendet werden. Die gewonnenen Routing-Informationen werden verwendet um Labels zuzuweisen. Dann wird eine direkte Schicht-2-Verbindung für die Kommunikation benutzt.**
- ▼ **Im Falle von ATM können direkt VPI/CI-Werte als Label eingesetzt werden - es wird kein separates Zeichengabeprotokoll wie Q.2931 / UNI 4.1 benötigt.**

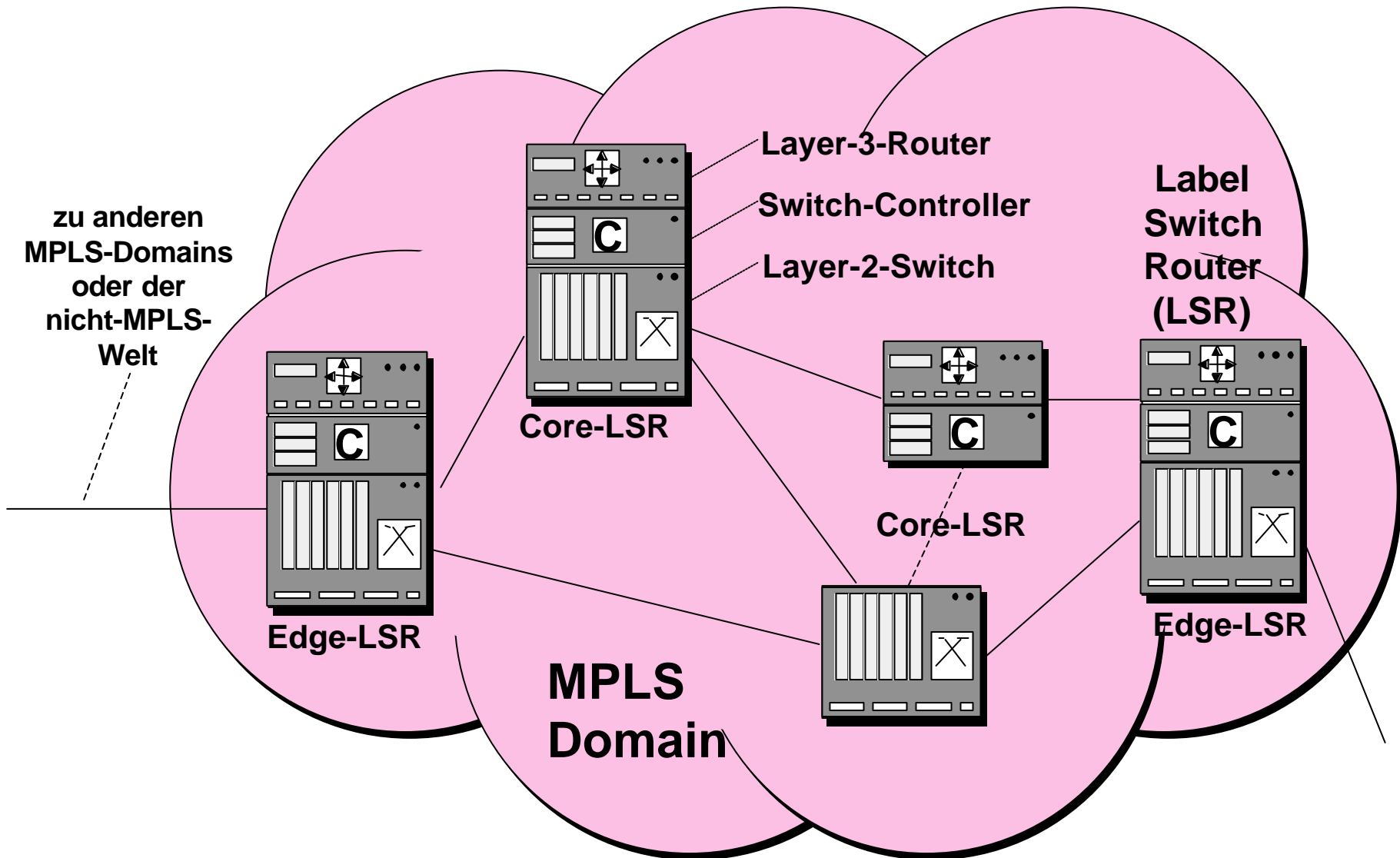
## a) MPLS mit ATM

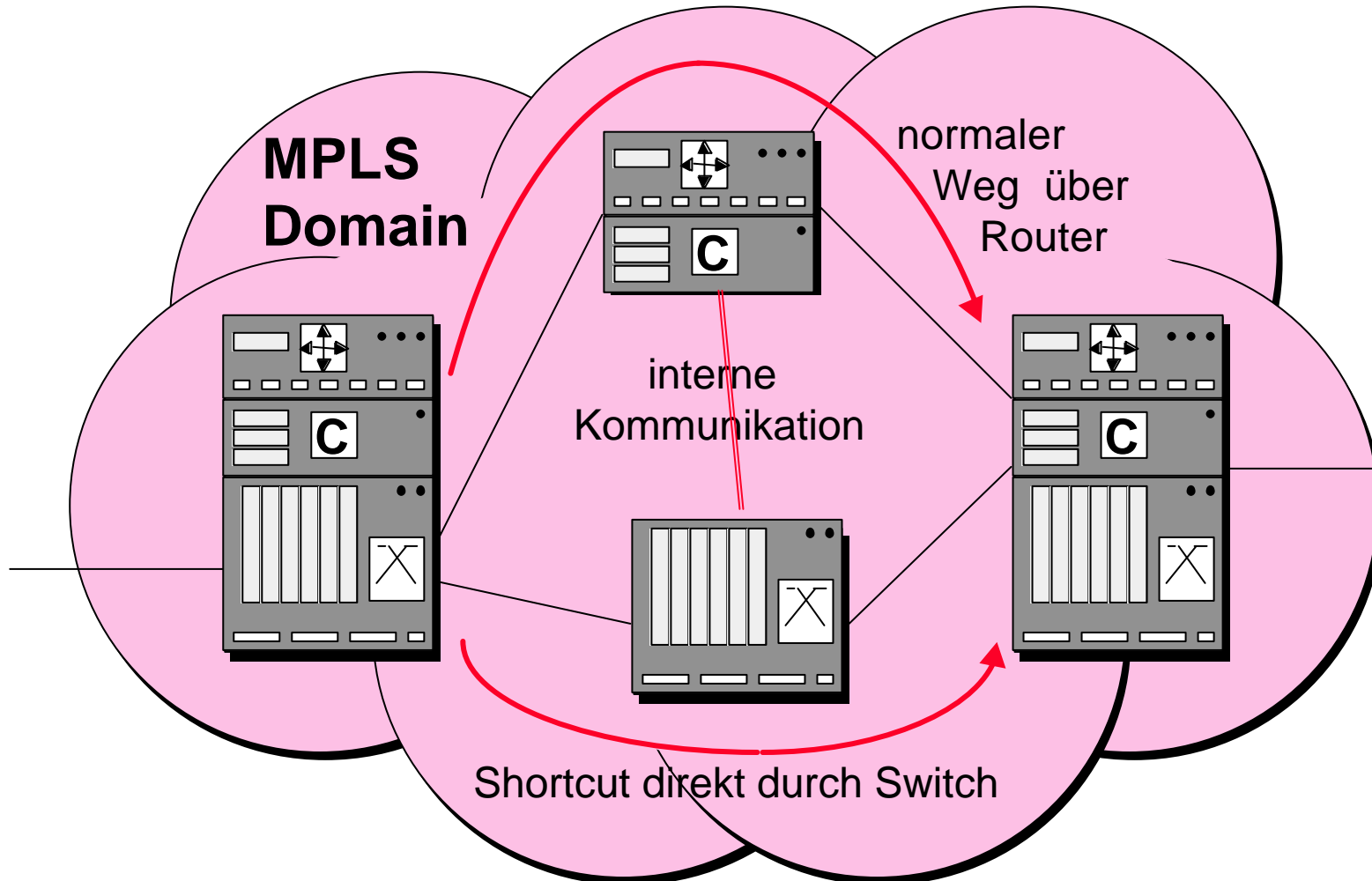


## b) MPLS als Schicht



Die MPLS-Schicht bietet nur einen Protokollkopf, keine Rahmenbildung.

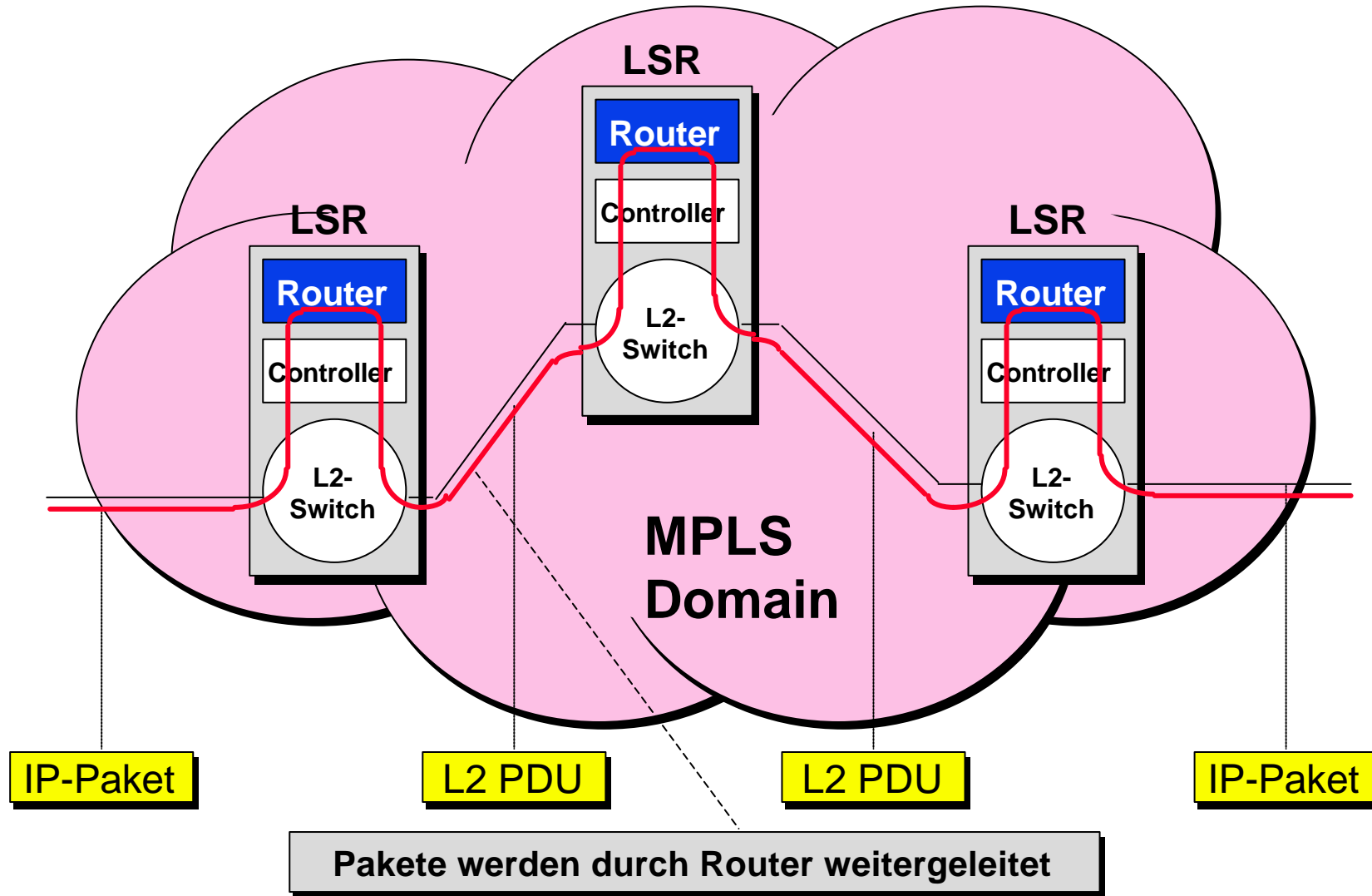


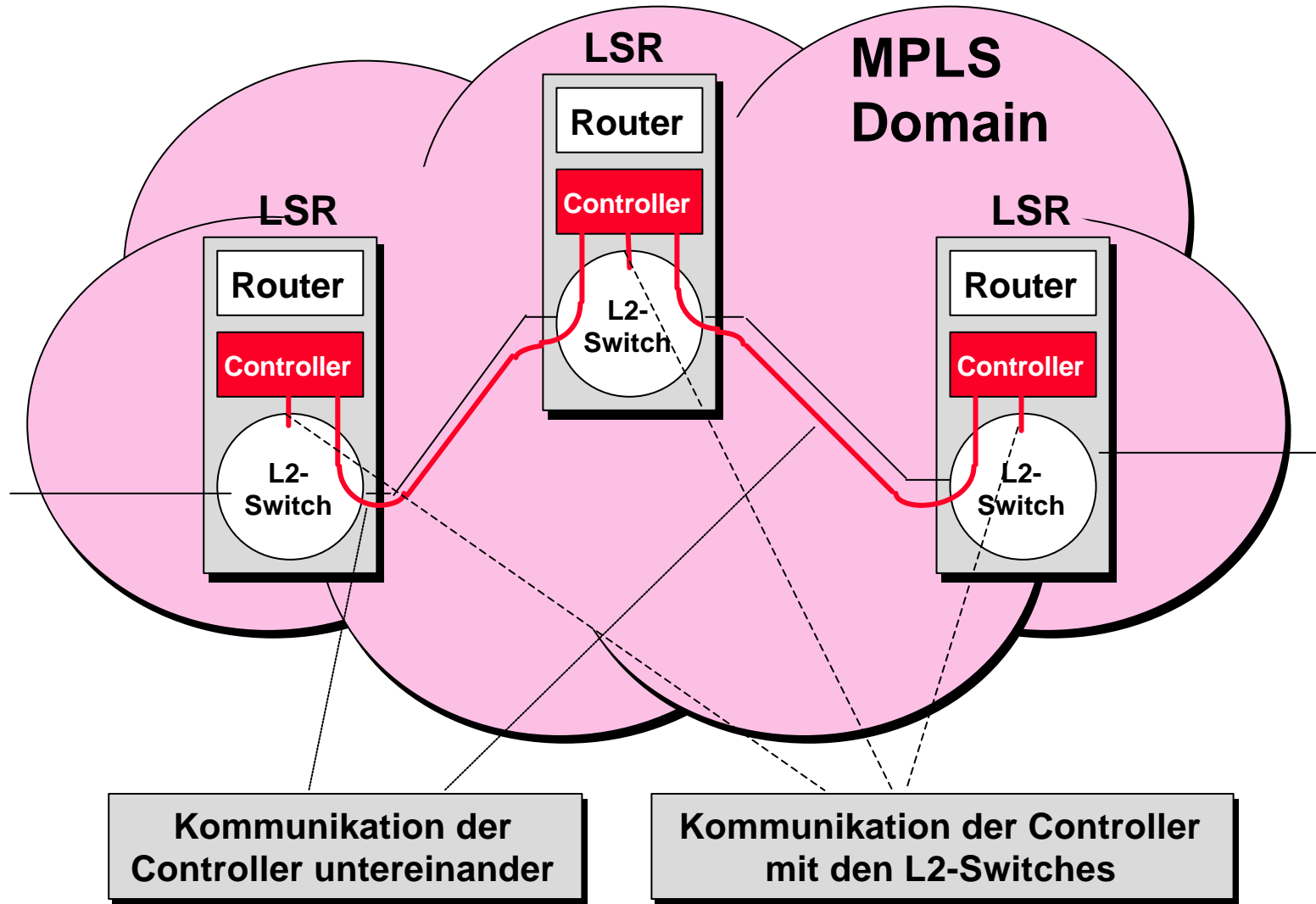


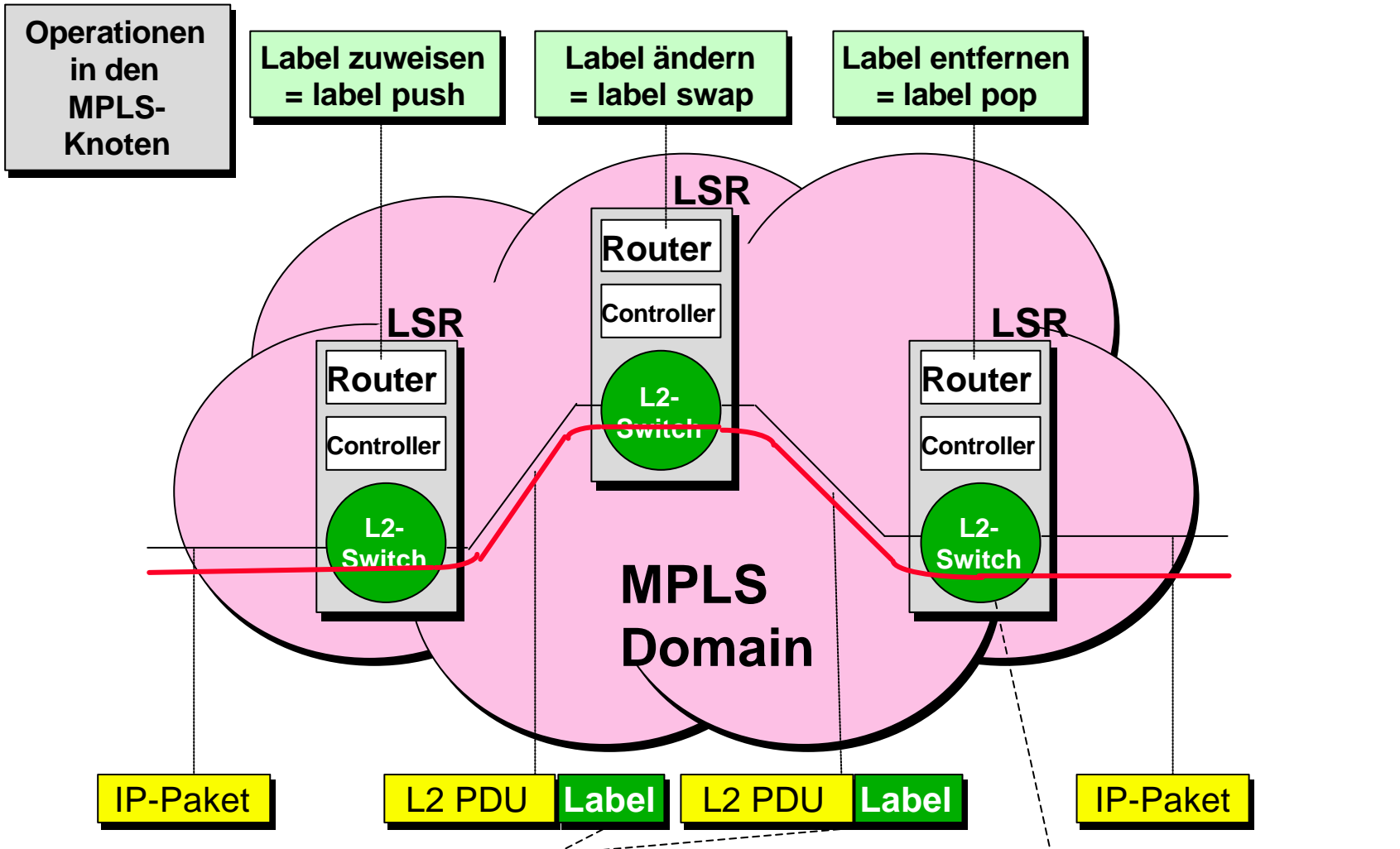
- ▼ **Intelligente Integration der Routingfunktionalität der Schicht 3 mit der Switchingfunktionalität der Schicht 2.**
- ▼ **Dadurch aufwendiger Prozeß der Bearbeitung jedes einzelnen Datenpaketes minimiert.**
- ▼ **Der besondere Vorteil ist jetzt, daß die Information auf kurzem Wege durch das Schicht-2-Netz durchgeschaltet werden kann - man spricht hier von einem „Shortcut“ bzw. von „Shortcut-Routing“.**

- ▼ **Durch den Datenverkehr selbst ausgelöst**  
(„Data driven“, „Traffic driven“ oder „Flow driven“);
  - ➔ **Analyse des aktuellen Verkehr, Verbindungen in der Schicht 2 erst bei tatsächlichem Bedarf.**
  
- ▼ **Durch die Topologie bestimmt**  
(übliche Bezeichnung dazu ist „Topology driven“);
  - ➔ **Durch IP-Routing-Protokolle wird Topologie-Informationen gewonnen und aufgrund dieser wiederum in der Schicht-2 Verbindungen fest eingerichtet, unabhängig vom Verkehr.**
  
- ▼ **Durch ein spezielles Anforderungs-Signal bzw. -Protokoll ausgelöst**
  - ➔ **Derzeit gibt es in der Internet-Welt nur ein Protokoll, das dieses leisten kann: das Resource Reservation Protocol (RSVP).**



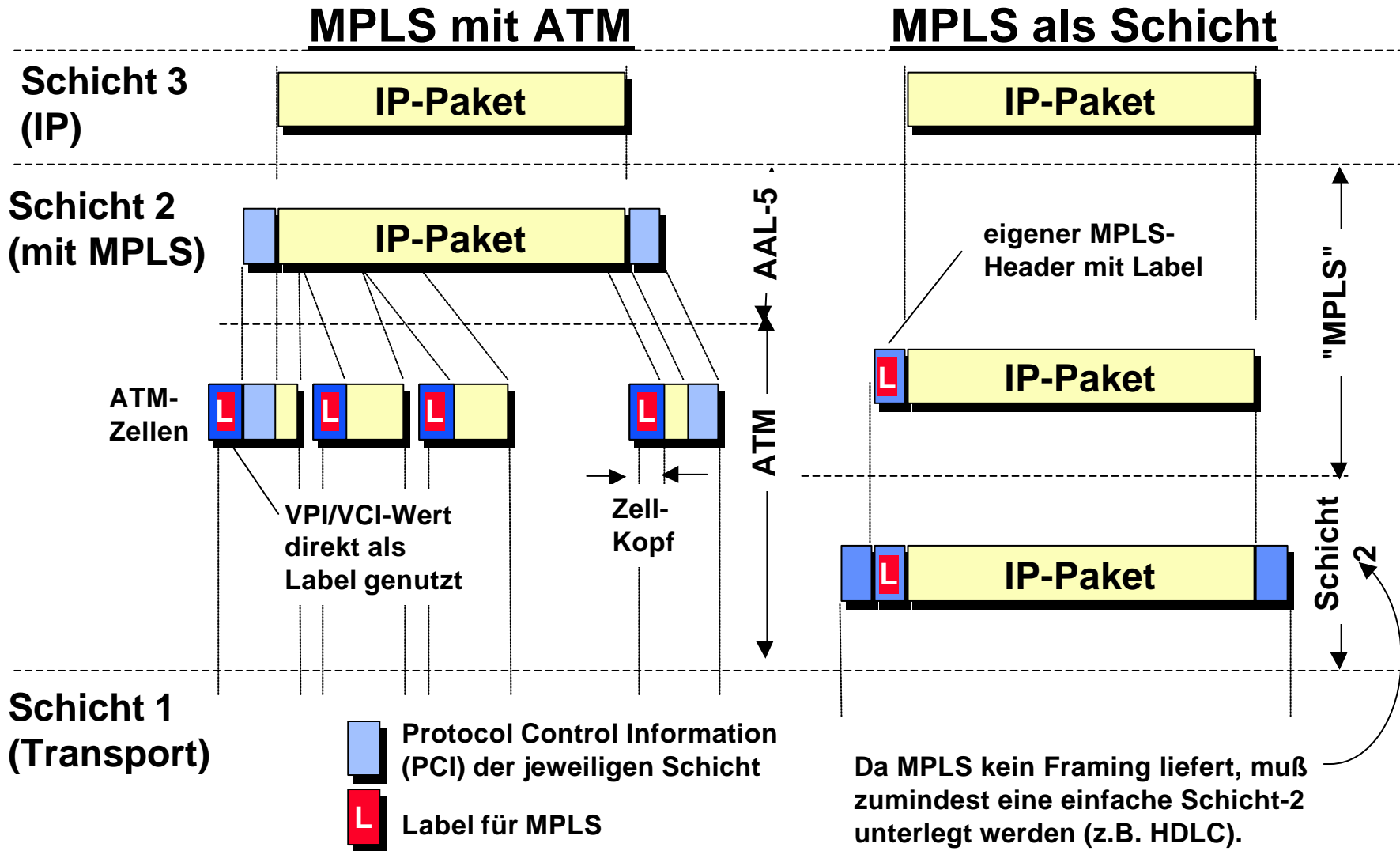




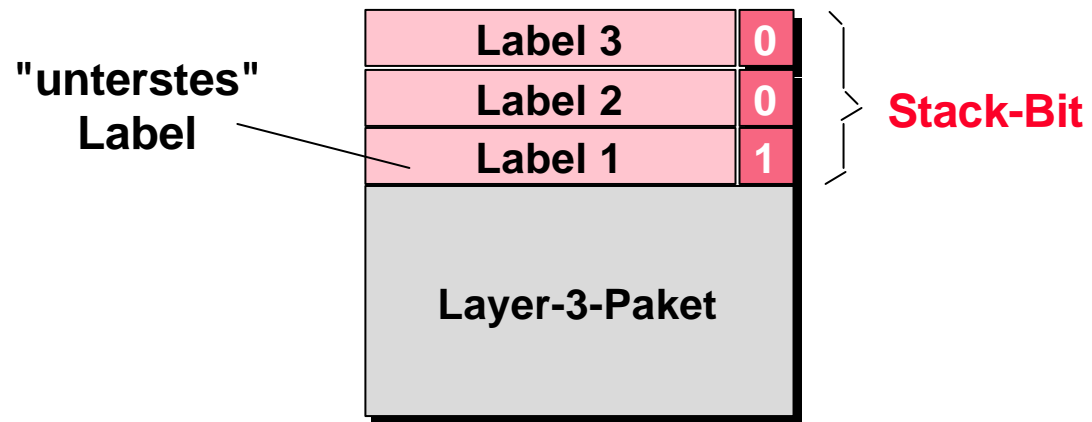
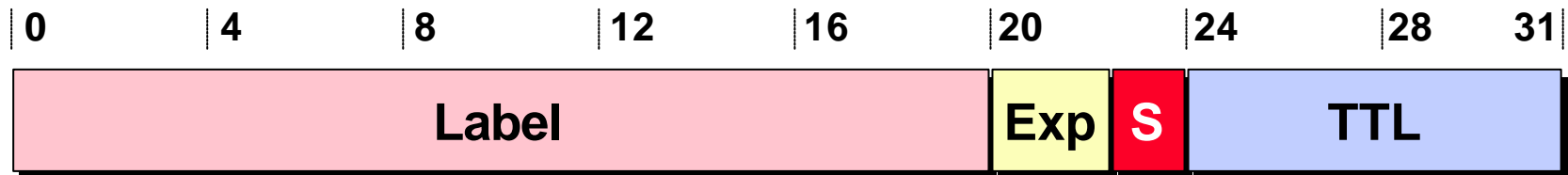


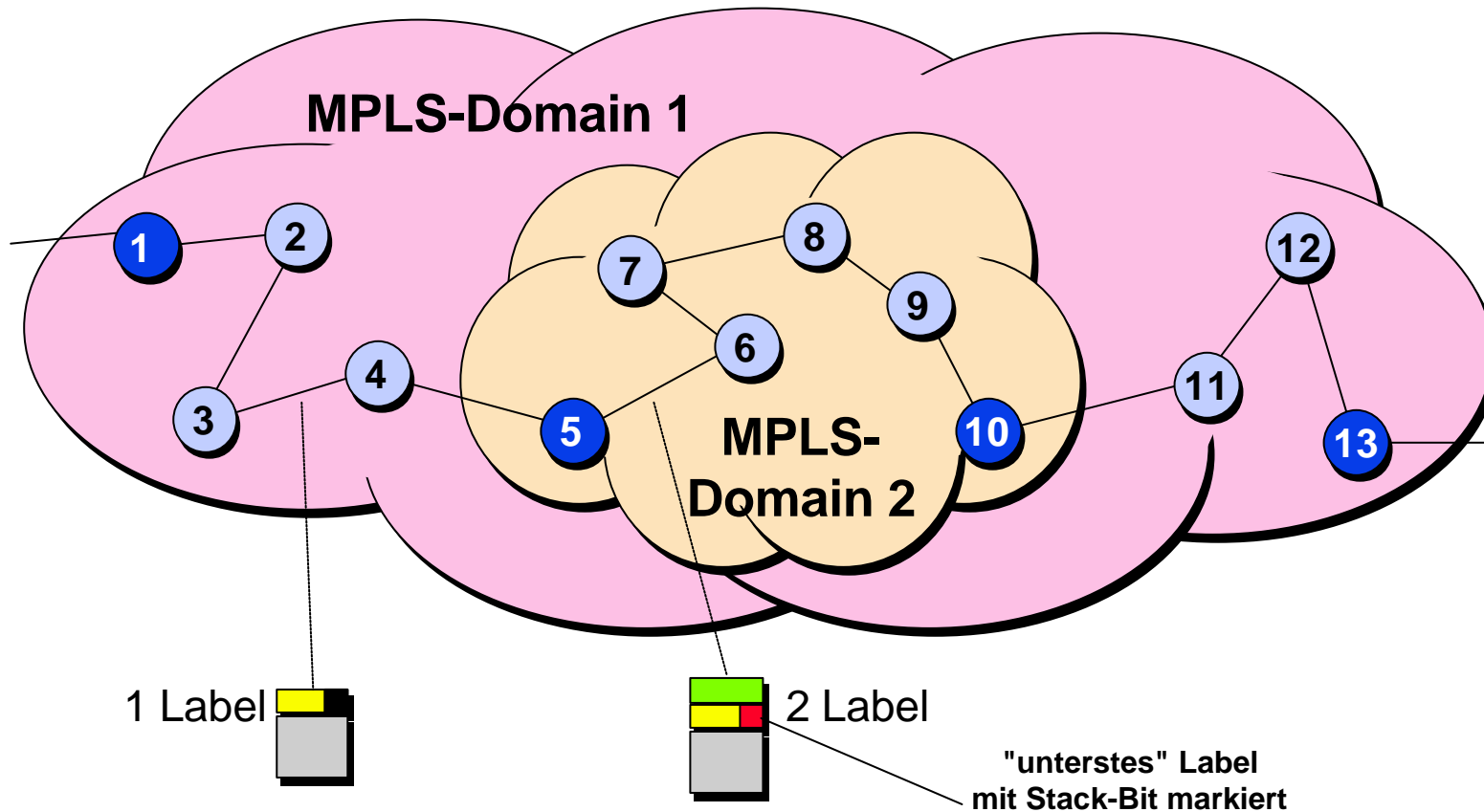
**Pakete werden mit einem "Label" versehen und nur noch im L2-Switch geschaltet.**

- ▼ **Als Label wird verwendet:**
  - ➔ im Falle einer vorhandenen Schicht 2 deren "Label":
    - bei ATM das VPI/VCI-Feld,
    - bei FR das DLCI-Feld
  - ➔ in Falle eines eigenen MPLS-Headers ein 20-Bit-Label.
  
- ▼ **Der spezielle MPLS-Header wird folgende Felder umfassen:**
  - ➔ Label (20 Bit)
  - ➔ Lebensdauer - TTL (8 Bit)
  - ➔ Stack-Bit (1 Bit)
  - ➔ experimentelle Bits, evtl. Class of Service (3 Bit)
  - ➔ evtl.:
    - next Header-Type
    - Prüfsumme



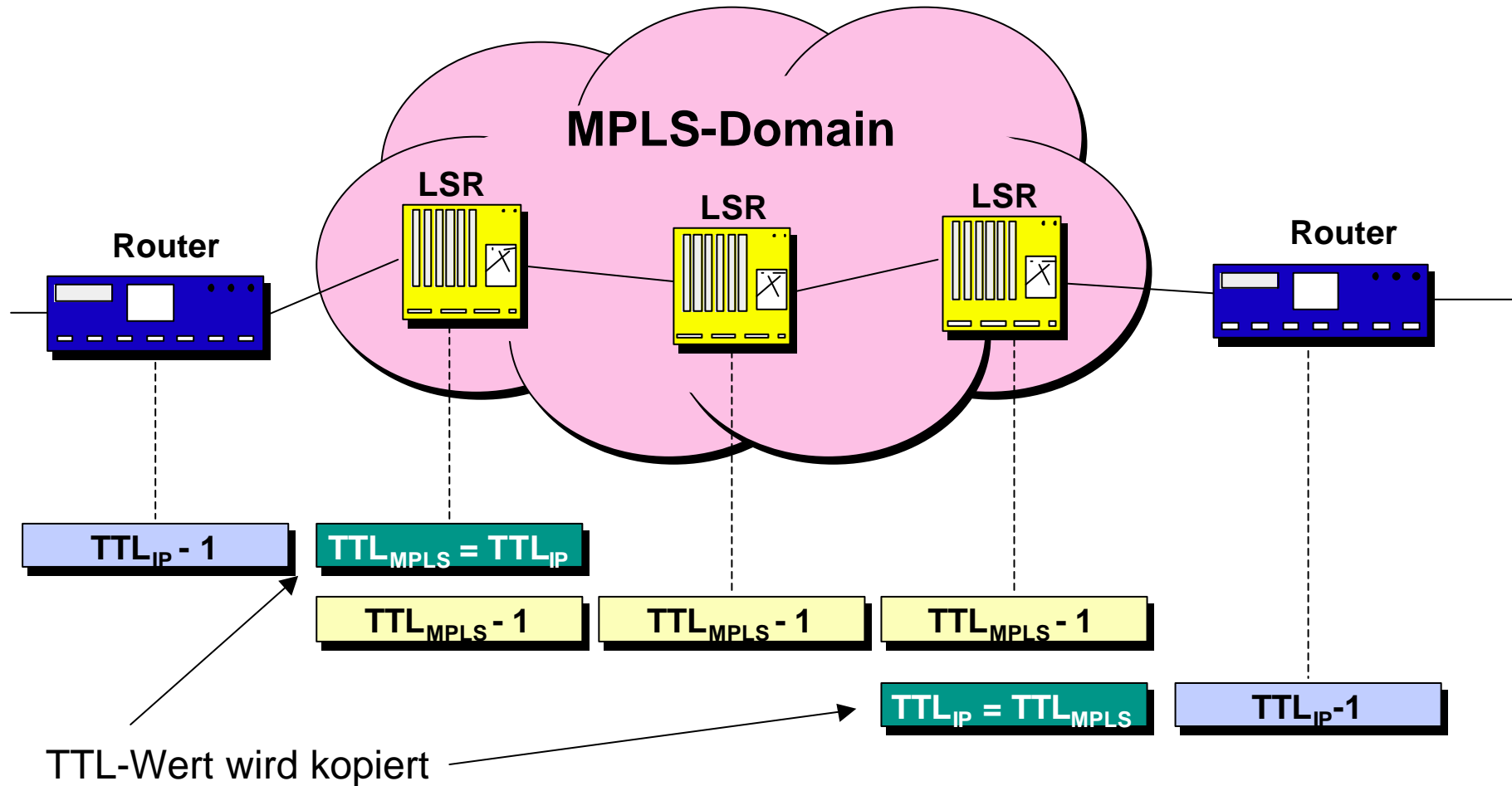
Label Wert	Paket-Typ	Aktion
0	IPv4 NULL	Label entfernen und IPv4 Paket routen
1	Router Alert	Paket zur lokalen SW-Instanz routen
2	IPv6 NULL	Label entfernen und IPv6 Paket routen
3	General NULL	Label entfernen und Paket routen
4...15	reserved	reserved





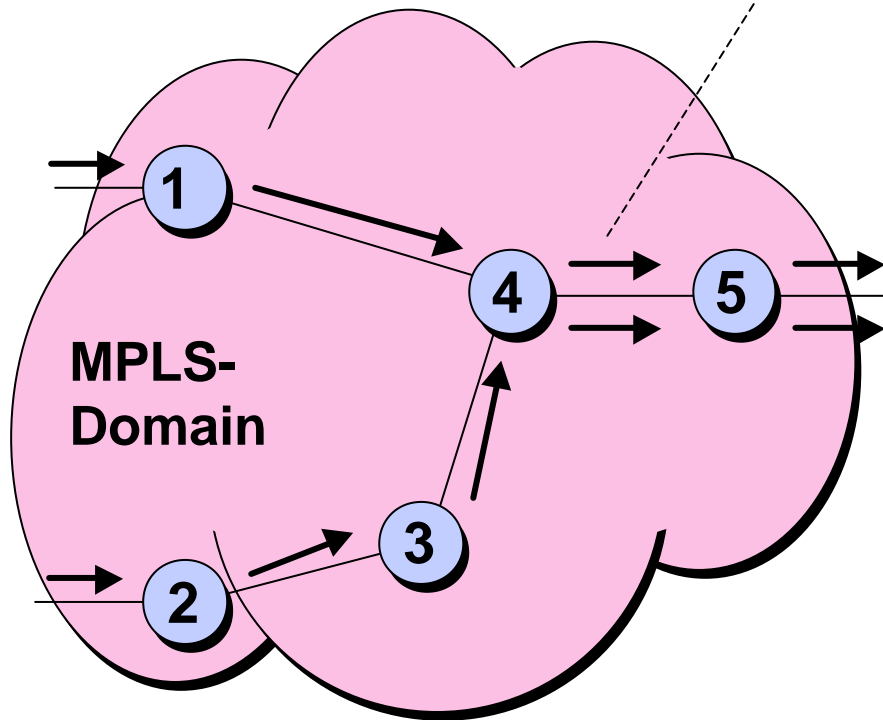
**1** — **Edge-LSR** (arbeitet intern im Interior Routing Protokoll, z.B. OSPF, nach extern mit Exterior Routing Protokoll, z.B. BGP)

**6** — **normaler LSR** (arbeitet im Interior Routing Protokoll, z.B. OSPF)

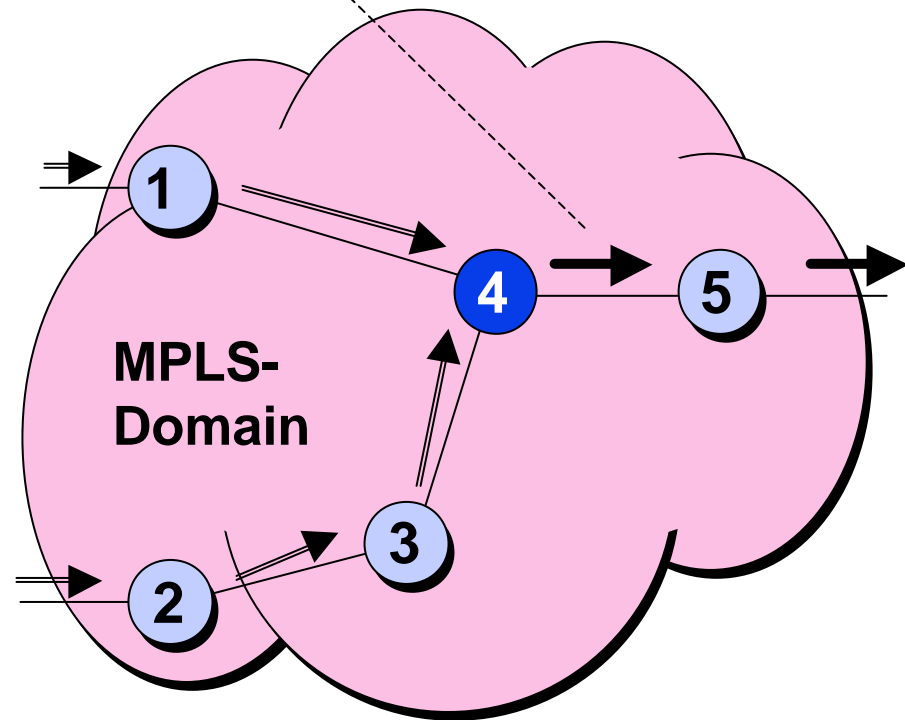




Bessere statistische Ausnutzung  
des Summenverkehrs gegenüber  
den zwei Einzel-Verkehren.



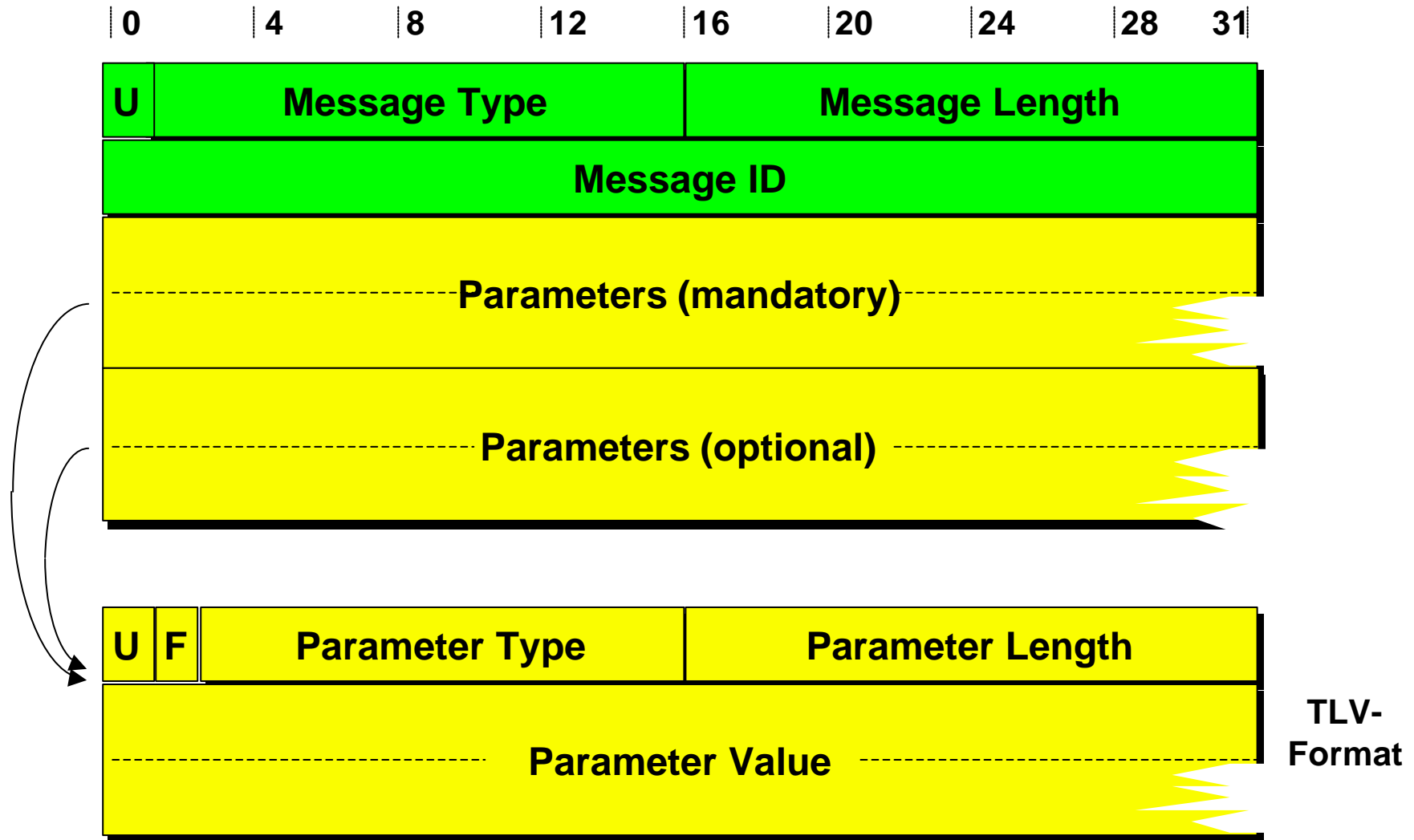
ohne Merging



mit Merging

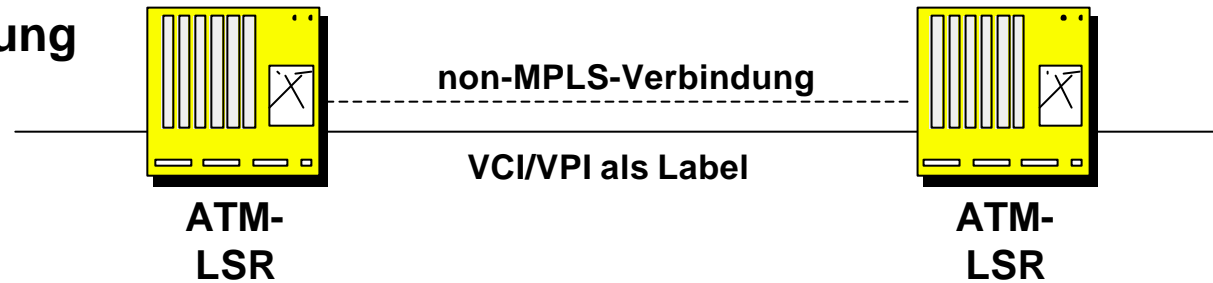
- ▼ **Zum Austausch von Informationen über Bedeutung und Benutzung der Labels zwischen den beteiligten Netzelementen wird ein eigenes Protokoll eingesetzt. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten:**
  - ➔ ein spezielles Protokoll, z.B. das sich gerade in der Spezifikation befindliche „Label Distribution Protocol“ (LDP), oder
  - ➔ Huckepack auf einem anderen Protokoll, z.B. RSVP.
  
- ▼ **Entsprechend der Methode, wie der Weg bestimmt wird, unterscheidet man zwei LSPs:**
  - ➔ Hop-by-hop LSP (oder Control-driven LSP);
  - ➔ Constraint-based routed LSP (oder explicitly routed LSP).

- ▼ **Discovery-Nachrichten**
  - ➔ kündigen bestehende LSPs an
- ▼ **Session-Nachrichten**
  - ➔ generieren und unterhalten LDP-Sessions
- ▼ **Advertisements-Nachrichten**
  - ➔ generieren, ändern und löschen Label-Zuordnungen zu FECs
- ▼ **Notification-Nachrichten**
  - ➔ tragen Fehlermeldungen und Sonstiges.

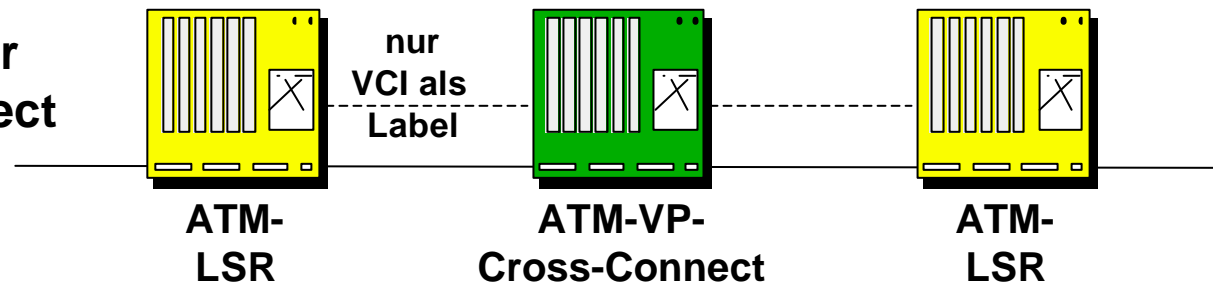


Feld	Beschreibung	
Unknown Message	Kennzeichnet, daß der Empfänger, so er die Nachricht nicht versteht, den Sender informieren soll	
Message Type	Typ der Nachricht, folgende Typen sind definiert:	
	Hello	für LDP-Discovery
	Initialization	Aufbau der LDP-Session
	Keep Alive	hält eine LDP-Session aktiv, auch wenn kein Nachrichtenaustausch stattfindet
	Address	teilt Schnittstellen-Adressen zu
	Address Withdraw	löscht Schnittstellen-Adressen wieder
	Label Mapping	teilt eine Label-Zuordnung mit
	Label Request	fordert für eine FEC eine Label-Zuordnung an
	Label Withdraw	fordert die Löschung eine Label-Zuordnung
	Label Release	löscht eine Label-Zuordnung
Notification	Fehler- und sonstige Meldungen	
Message Length	Gesamtlänge der Nachricht in Oktett	
Message ID	Eindeutige Identifizierung, dient zur Korrelation von Anfragen und Antworten, bzw. Fehlermeldungen	
Parameters	Parameter für die Nachricht	

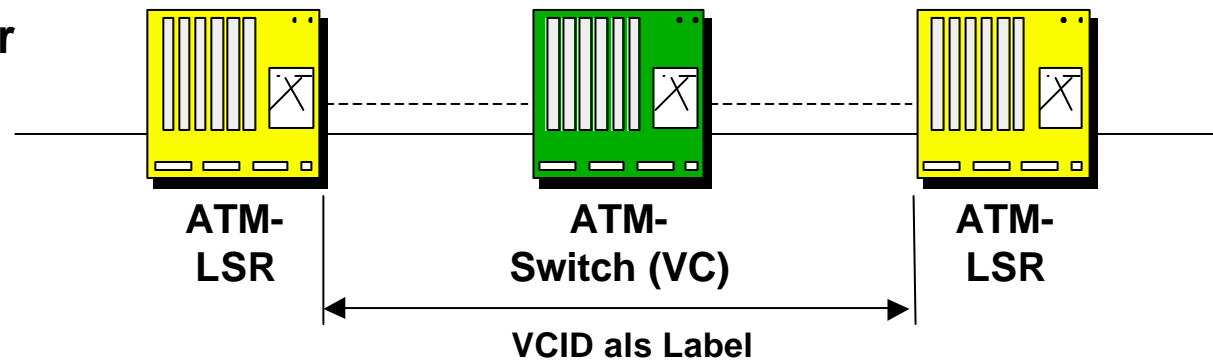
## a) Direkte Verbindung

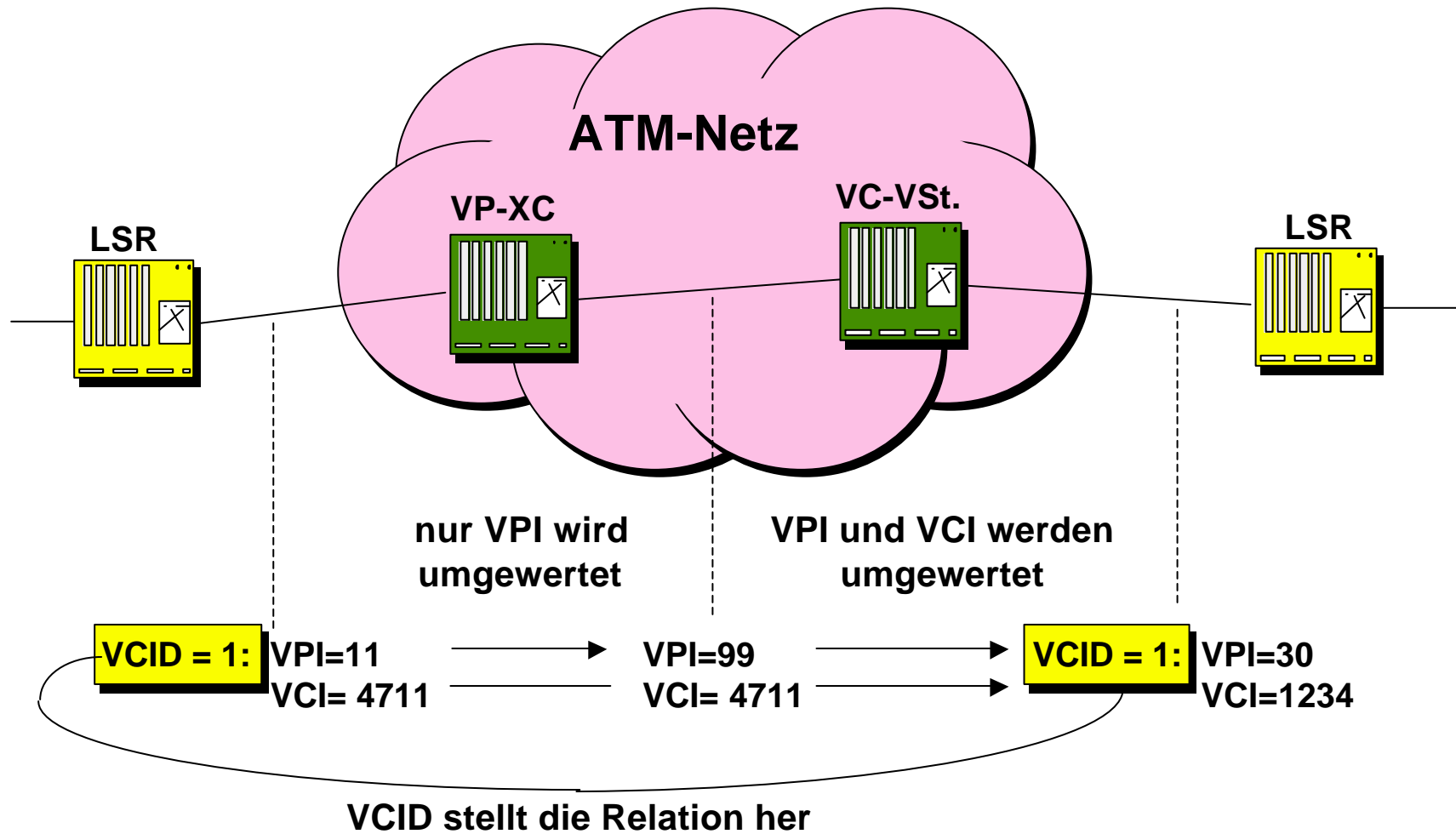


## b) Verbindung über VP-Cross-Connect



## c) Verbindung über VC-Switch





- ▼ Eine Mischung von Routern ohne MPLS und MPLS-Knoten ist möglich, allerdings können nur MPLS-Knoten Label-Information austauschen. Auch Schicht-2-Knoten können dazwischen liegen, die dann aber einen transparenten Pfad zwischen MPLS-Knoten schalten müssen.
- ▼ Es gibt Fälle, in denen MPLS nicht eingesetzt werden kann:
  - ➔ Wenn eine kleinere Granularität benötigt wird, als sie MPLS bieten kann.
  - ➔ Aus Sicherheits-Gründen, wenn z.B. ein Paketfilter eingesetzt wird (Firewall).
  - ➔ Im ersten Router, wenn der Host keinen MPLS kann.



- ▼ **Bereitstellen einer definierten Qualität**  
Manche sehen aber eine Überdimensionierung und/oder eine Priorisierung wie DIFFSERV als ausreichend an.
- ▼ **Realisierung von VPNs**  
Striktere Trennung der VPNs gegeneinander als mit reinem IP-VPN. Erstes MPLS-Dokument war zu VPN !
- ▼ **Verkehrssteuerung (TE - Traffic Engineering)**  
Als Maßnahme des Netzbetreibers erlaubt MPLS eine bessere Verteilung des Verkehrs als IP.

### ▼ Voice over MPLS (VoMPLS)

- ➔ als Voice over IP over MPLS oder
- ➔ als Voice over ??? over MPLS

### ▼ Generalised MPLS (GMPLS)

- ➔ **Paket/Rahmen/Zell-Ebene** (seitheriger Einsatz von MPLS),
- ➔ **Zeitschlitz-Ebene (TDM)**, z.B. Einrichten von Virtual Containers in einem SDH-System,
- ➔ **Wellenlängen-Ebene (Lambda)**, z.B. Einrichten einer Wellenlänge in einem WDM-System („light path“)
- ➔ **Schnittstellen-Ebene (räumlich)**, z.B. Einrichten von Ports in einem System.

### ▼ OAM für MPLS

- ➔ vergleichbar den OAM-Funktionen im ATM ?

### ▼ IETF

- ➔ 10 RFCs: RFC2547, RFC2702, RFC2917, RFC3031 (Architecture), RFC3032, RFC3035, RFC3036, RFC3037, RFC3038, RFC3063
- ➔ 163 "Internet Drafts" (IDs) enthalten die Begriffe MPLS oder LDP ! (Stand: 11/2001)

### ▼ MPLS-Forum

- ➔ Implementation Agreement
- ➔ VoMPLS

### ▼ ATM-Forum

- ➔ ATM-MPLS Interworking

### ▼ ITU und ETSI sind "Follower"