

Entwicklung und Betrieb virtueller Netzfunktionen für exemplarische Kommunikationsnetze

Prof. Dr. Armin Lehmann

E-Mail: lehmann@e-technik.org

Web: lehmann.e-technik.org

Agenda

- Netzfunktionen in Kommunikationsnetzen
- Network Functions Virtualisation (NFV)
- Software Defined Networking (SDN)
- Service Function Chaining (SFC)
- Exemplary Use Case - Demonstration

Netzfunktionen in Kommunikationsnetzen

- **Funktionen die durch ein Netz oder durch Elemente in einem Netz bereitgestellt werden**
 - **z.B. durch Router** (Weiterleitung von IP-Paketen),
 - **Firewalls oder**
 - **weitere Sicherheitsfunktionen** (Verschlüsselung)

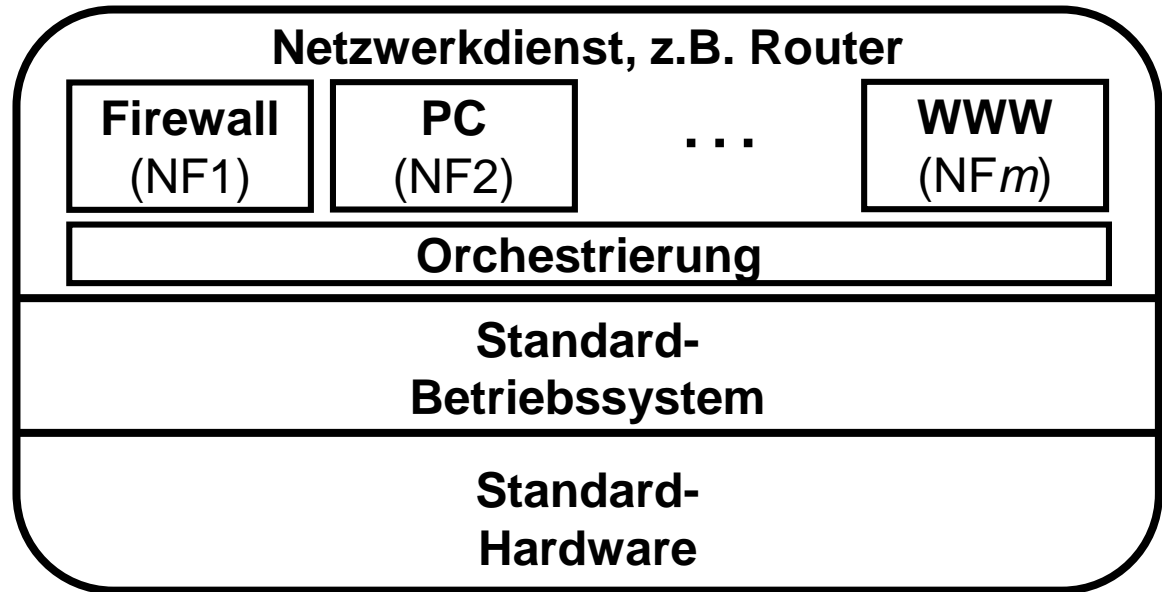
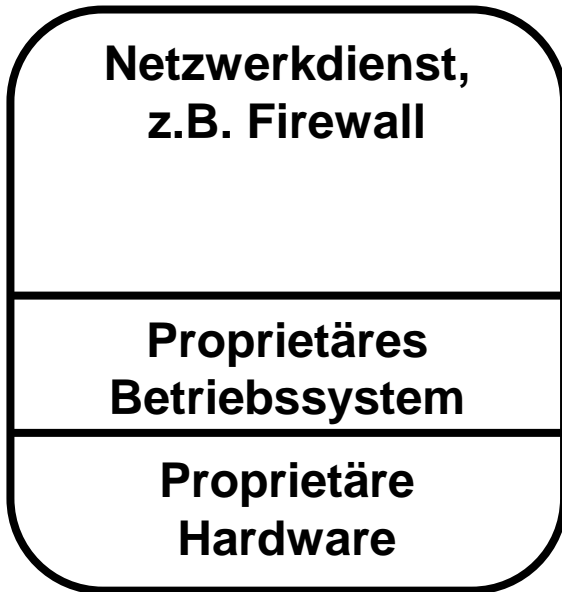
- **Virtualisierung von Netzfunktionen, z.B.**
 - **Mobilfunknetze**
 - + **Kernnetz** (bereits heute)
 - + **Mobilfunkbasisstationen** (zukünftig)
 - + **5G** (integraler Bestandteil)

 - **Funktionen bei Endnutzern**
 - + **Home Router/Modem, z.B. FritzBox**
 - + **Set Top Box z.B. IP-TV Box**

 - **Content Delivery Network (CDN), z.B. Netflix, Amazon Prime**

 - **Cloud Services**

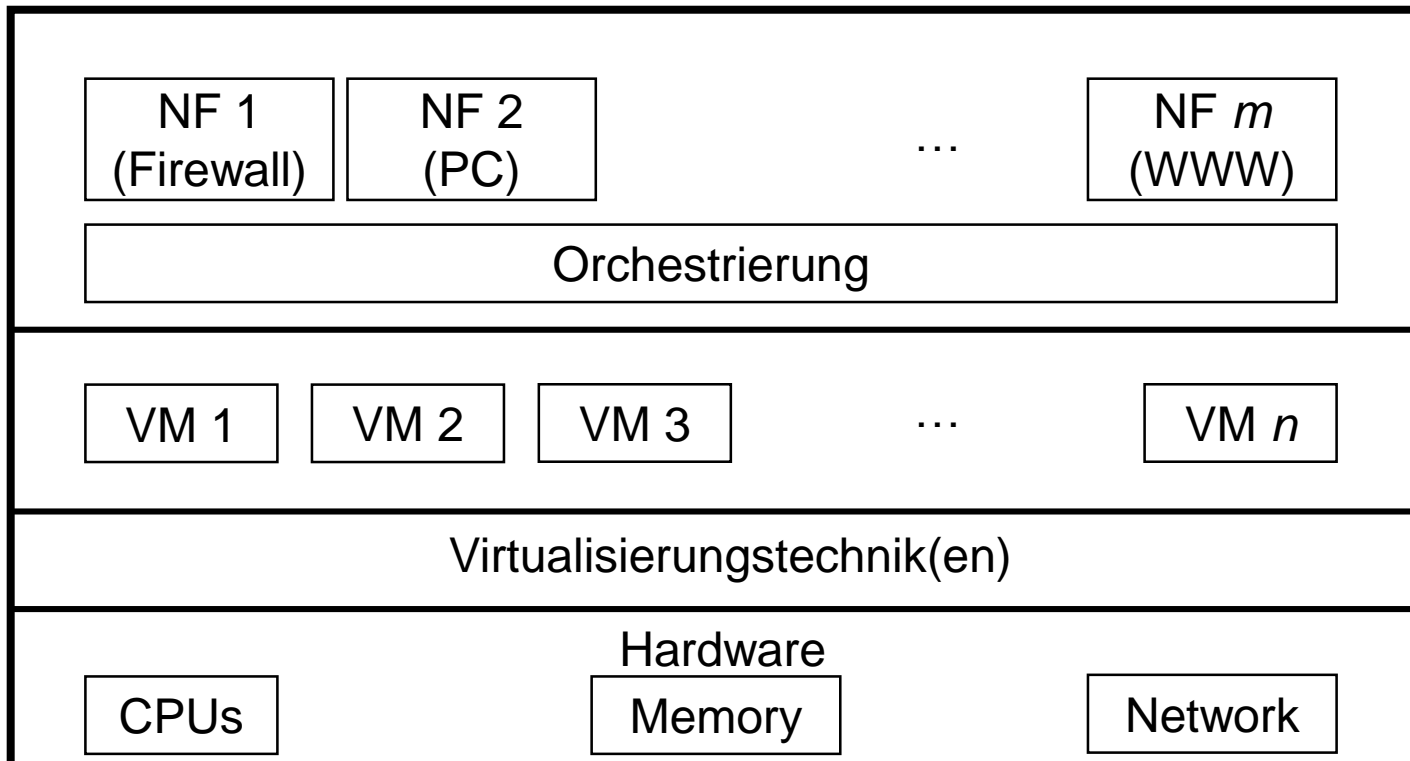
- Funktionen von Netzelementen bzw. allgemeiner von Netzwerkdiensten
 - Spezielle bzw. proprietäre (herstellerspezifisch) Hardware und Software
 - Z.B. Router, Switch, Firewall, Gateway, ...



- **Orchestrierung** (Instrumentierung): **Kombination mehrerer Netzwerkfunktionen** (Network Function)
- **Mit spezieller Hardware**
 - **Hohe Anschaffungskosten**
 - **Unflexible Netzarchitektur**
 - **Weitgehend festgelegte Funktionen**

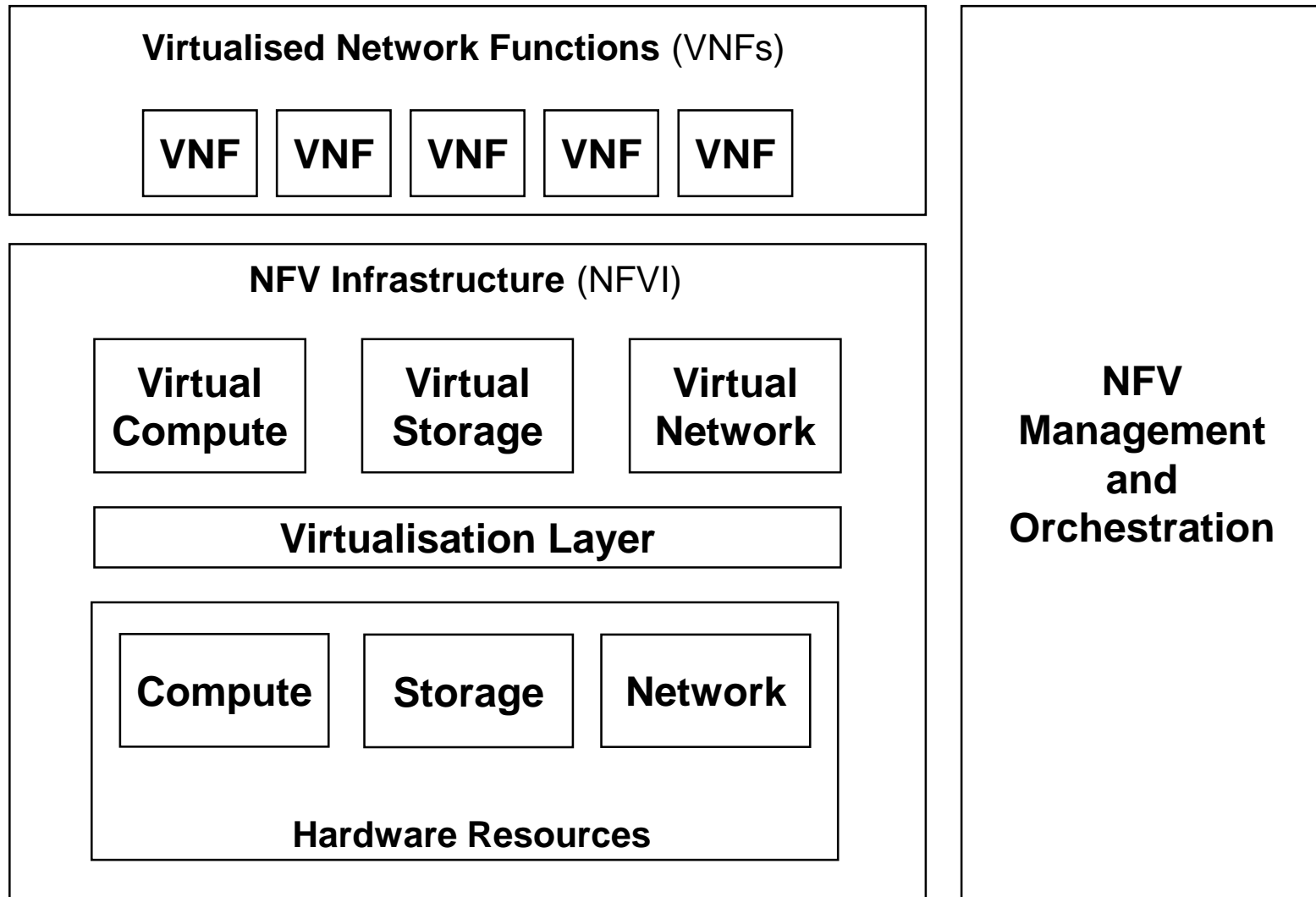
NF - Network Function
PC - Parental Control
WWW - World Wide Web

- NFs mittels Software auf Standard-Hardware
- Einsatz von Standard-IT-Virtualisierungstechniken
- Geringere Gerätekosten, neue Netzfunktionen, skalierbar, Anpassung der Netzkonfiguration in Echtzeit (z.B. starten, stoppen, migrieren) etc.



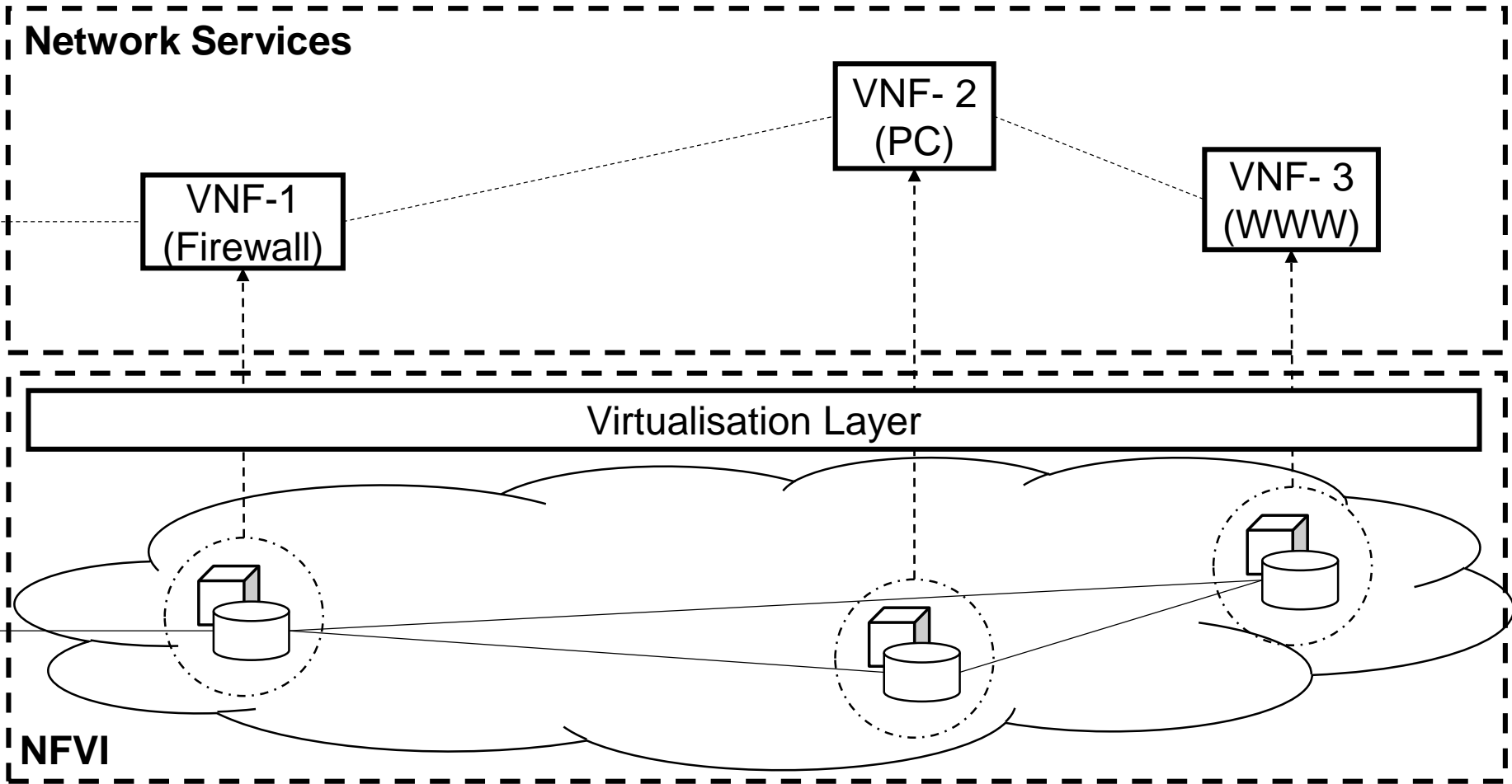
VM - Virtual Machine


NFV Framework nach ETSI



VNF - Virtualised Network Function

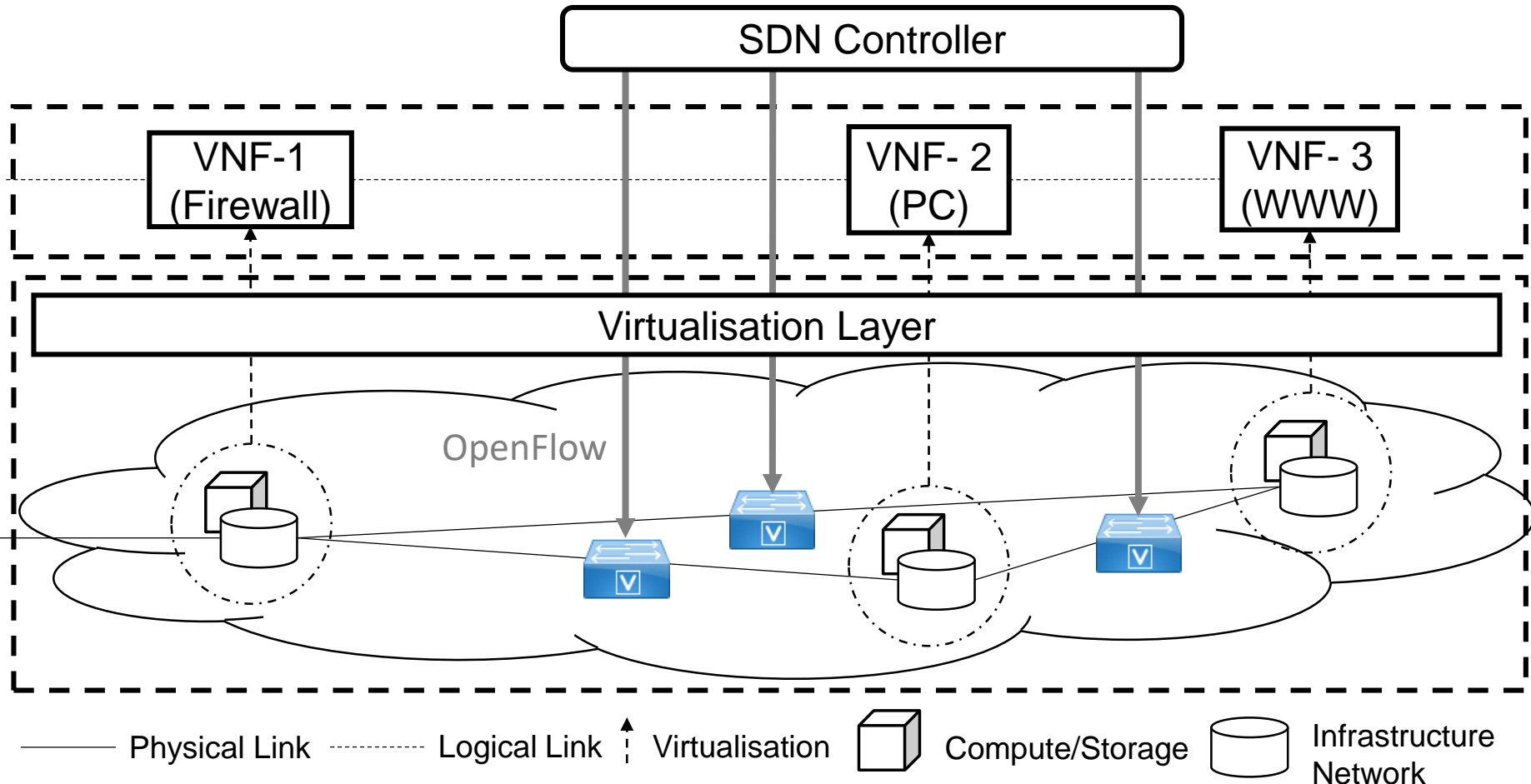
NFV-basierter Netzwerkdienst



— Physical Link Logical Link ↑ Virtualisation  Compute/Storage  Infrastructure Network

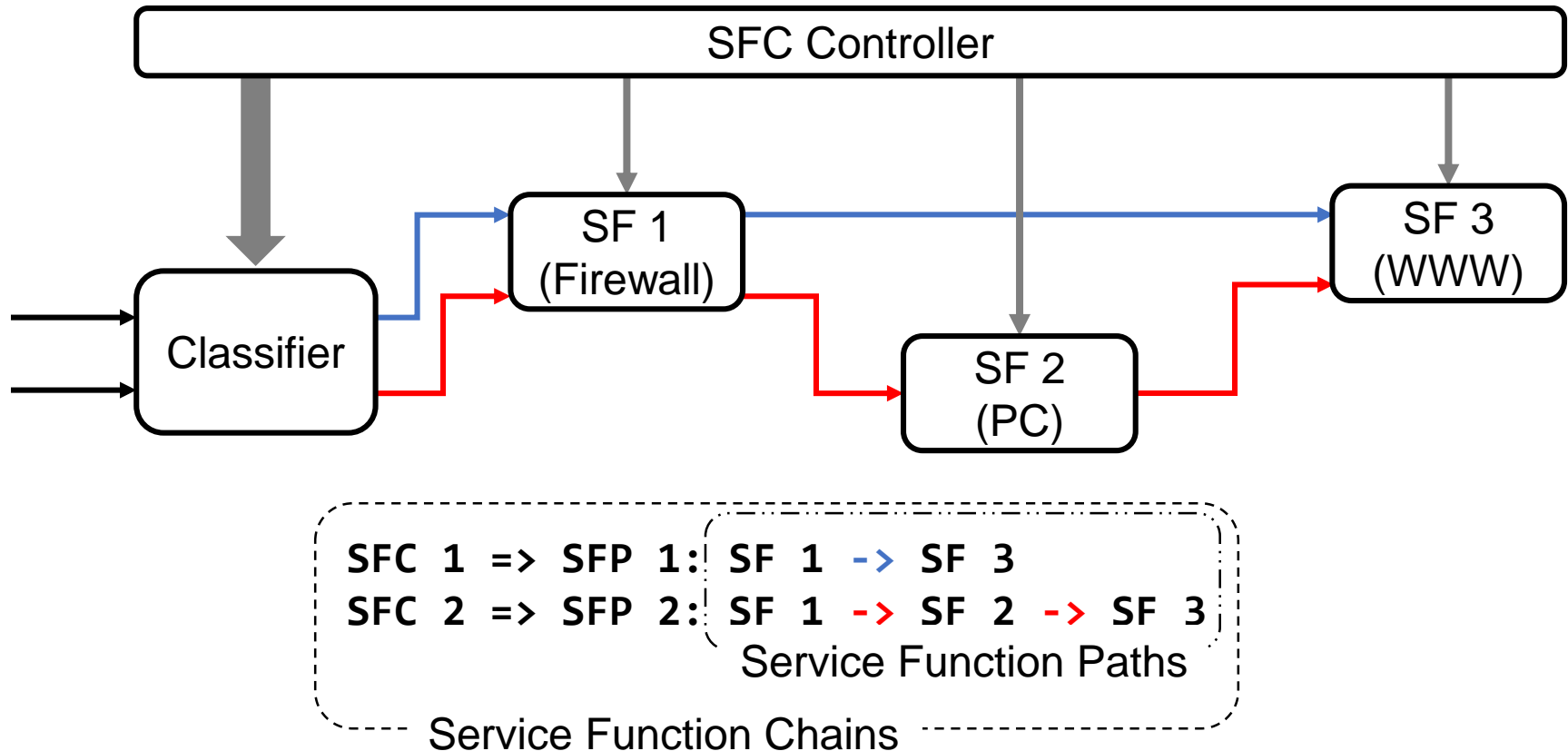
Software Defined Networking (SDN)

- Standardisiert durch Open Network Foundation (ONF)
- Controller zur Steuerung der SDN-Switches
- Controller überträgt Regeln für Weiterleitung von Paketen and SDN-Switch

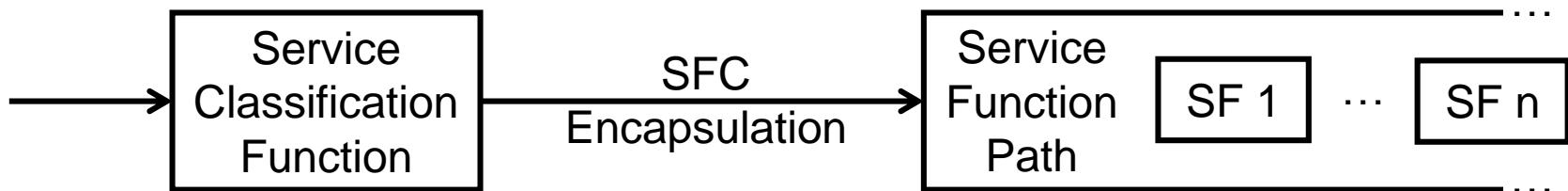
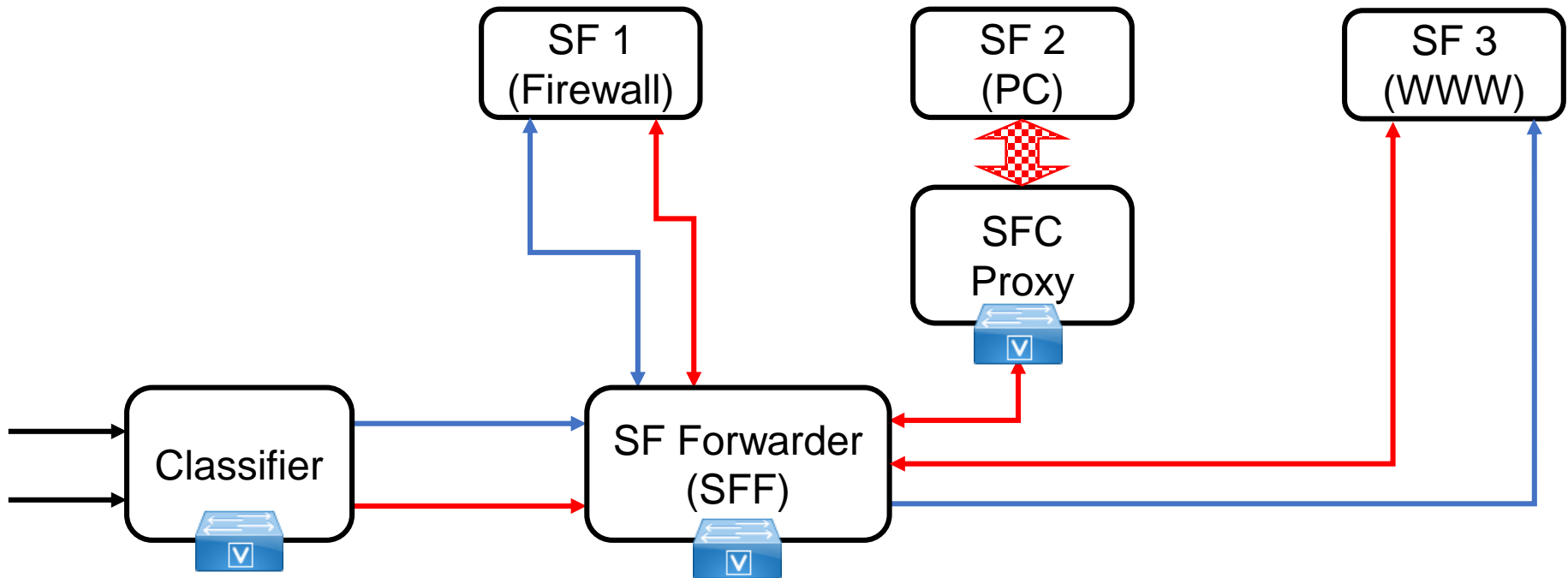


Service Function Chaining (SFC)

- RFC 7498 und 7665 (IETF)
- Standard zur Kombination/Verkettung von Service Functions (SFs)

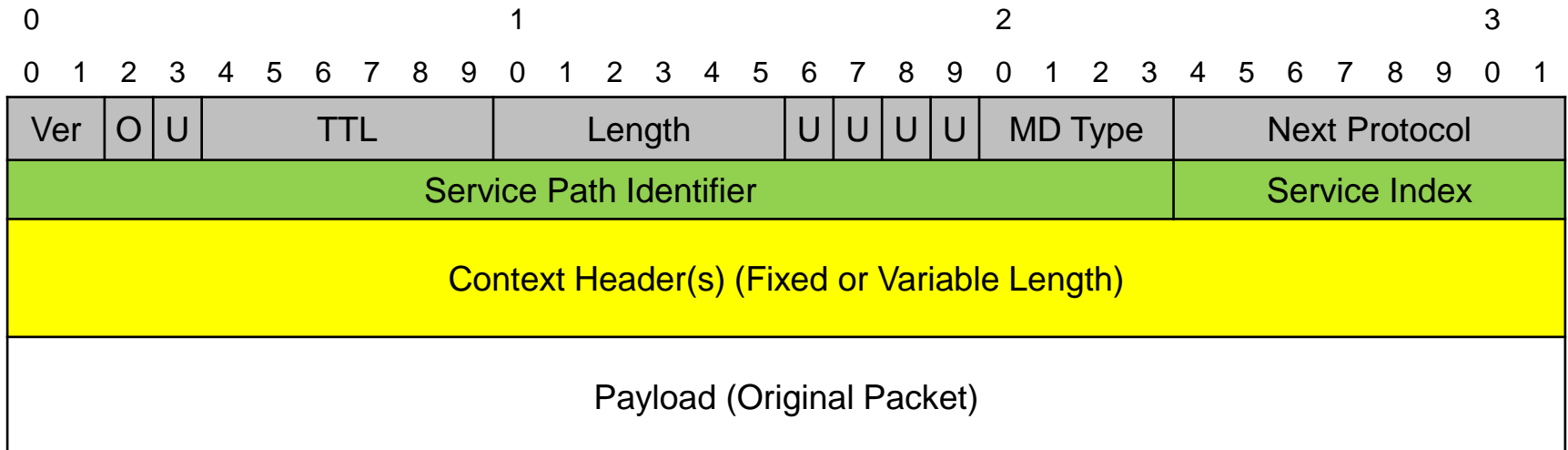


SFC-Komponenten und Architektur

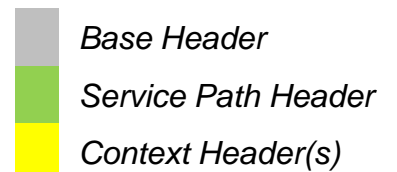


Network Service Header (NSH)

- RFC 8300 (IETF)
- Erweitert z.B. IP-Pakete, um SFPs zu realisieren (Steuerung)
- Bietet auch Mechanismus zum Austausch von Metadaten entlang der SFPs



- **Base Header:** Informationen bzgl. Service Header und Payload Protocol
- **Service Path Header:** Pfad Identifikation und Position innerhalb des Pfades
- **Context Header:** Beinhaltet Metadaten entlang des Service Paths



- **Version** (2 bit):
 - **momentan nur 0x0 definiert**
- **O bit** (1 bit):
 - **1 falls OAM (Operations, Administration, and Maintenance) sonst 0**
- **TTL** (Time To Live) (6 bit):
 - **Anzahl der SFF Hops die max. durchlaufen werden (Default: 63)**
 - **Wird pro SFF um 1 erniedrigt**
 - **Bei 0 wird das Paket nicht weitergeleitet**
 - **Verhindert Endlosschleifen**
- **Length** (6 bit):
 - **Gesamtlänge in 4 Byte Wörtern, inkl. Base Header, Service Path Header und Context Header(s)**
 - **0x6 falls MD Type 0x1, sonst 0x2 oder größer**

- **Unassigned bits (U):**
 - **Reserviert für zukünftige Zwecke, müssen den Wert 0 haben**
- **MD Type (4 bit):**
 - **Definieren das Format des/der Context Header für die Metadaten**
 - **0x0: Reserviert und sollten verworfen werden**
 - **0x1: Context Header mit fester Länge**
 - **0x2: Context Header mit variabler Länge**
 - **0xF: reserviert für Testzwecke**
- **Next Protocol (8 bit):**
 - **Kennzeichnet Typ der Nutzdaten**
 - **Bisher definiert:**
 - + **0x1: IPv4**
 - + **0x2: IPv6**
 - + **0x3: Ethernet**
 - + **0x4: NSH**
 - + **0x5: MPLS**

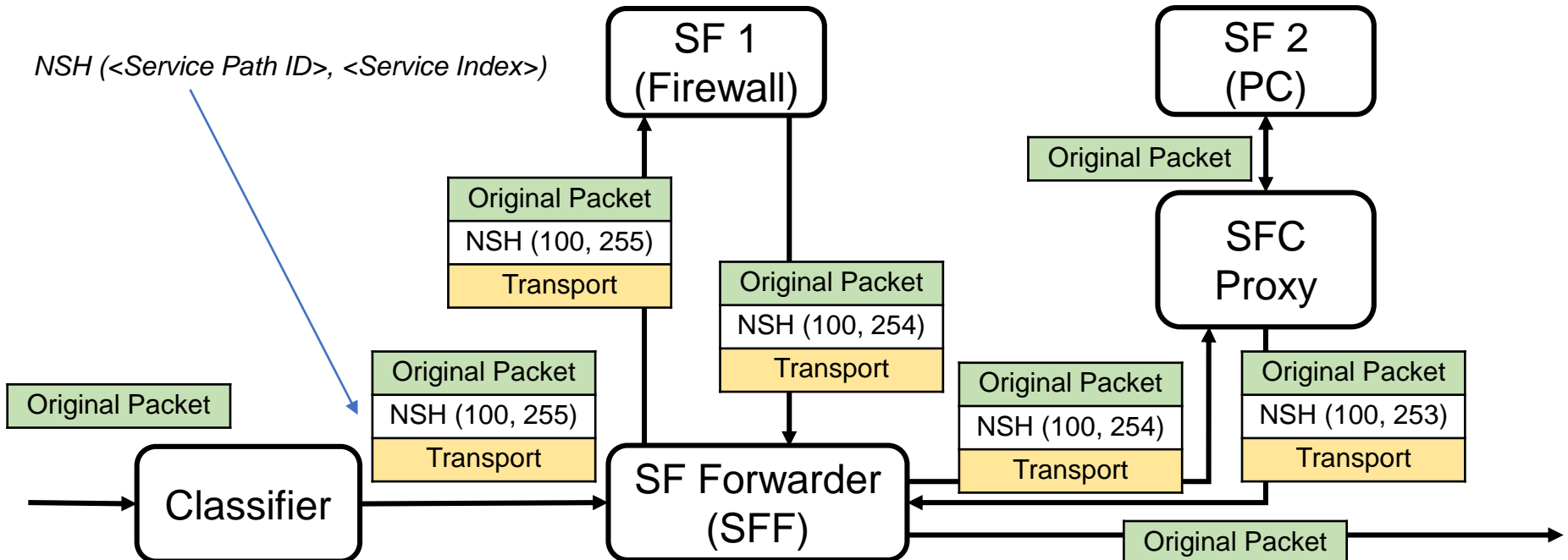
Service Path Header

- **Service Path Identifier (SPI) (24 bit):**
 - **Identifiziert SFP eindeutig**
 - **Classifier setzt passenden SPI als Klassifikation**

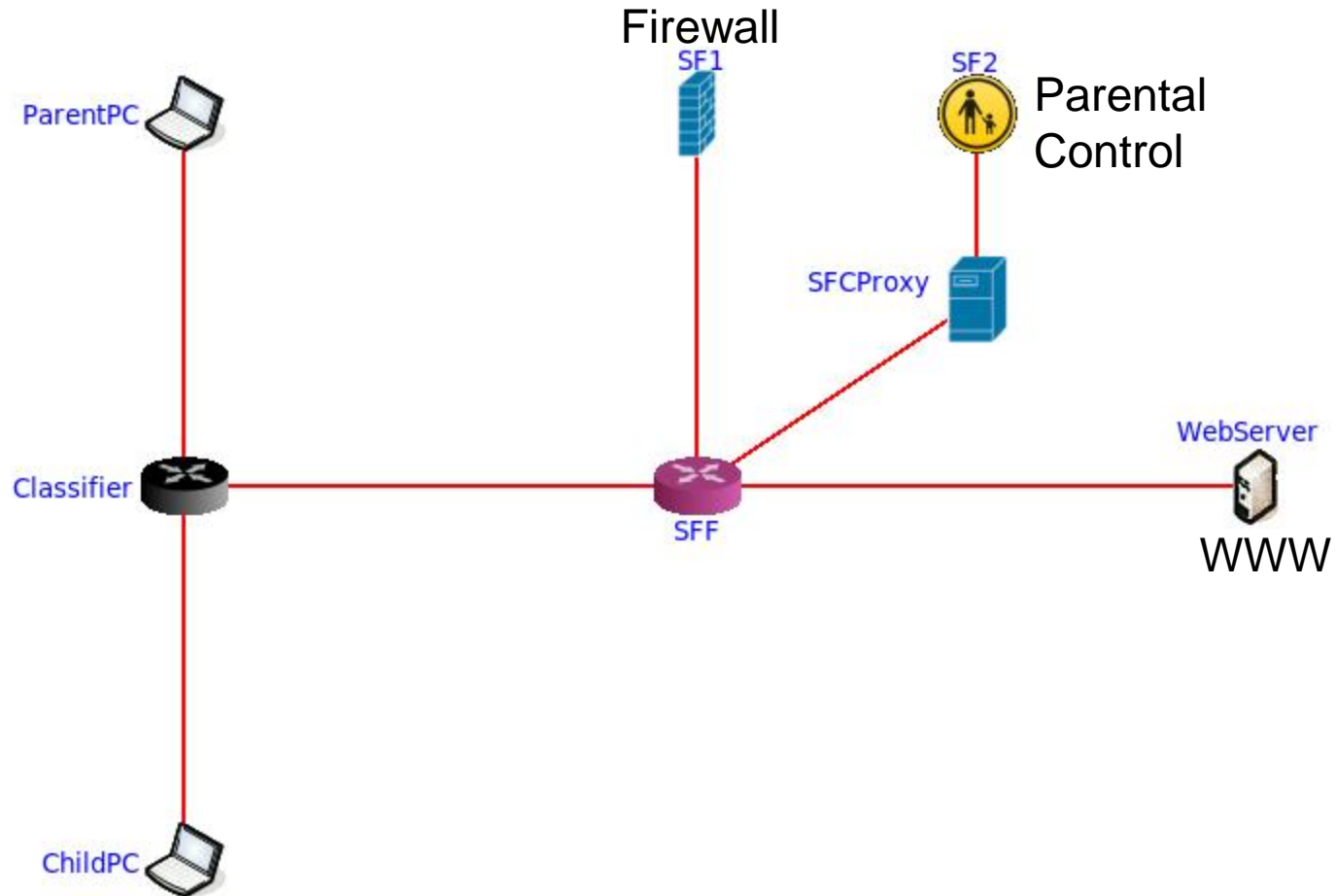
- **Service Index (SI) (8 bit):**
 - **Gibt die Position innerhalb SFP an**
 - **Muss um 1 durch SF oder SF Proxy dekrementiert werden nachdem der Dienst durchlaufen wurde**
 - **Classifier leitet Paket an initialen SFF**

NSH-Elemente und Aktionen

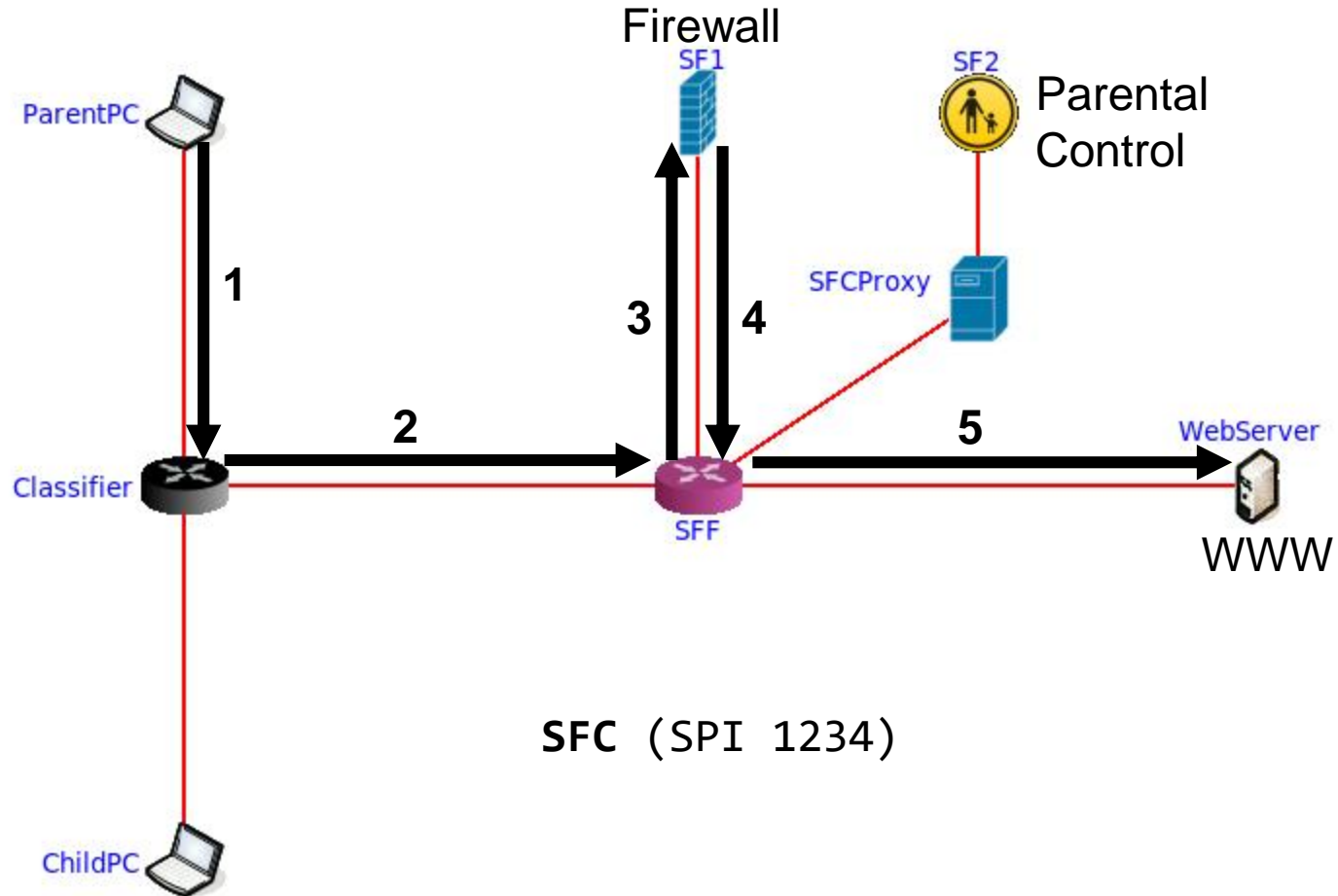
Element	NSH			NSH weiterleiten	NSH aktualisieren	
	Einfügen	Entfernen	Ersetzen		SI dekrementieren	Context Header aktualisieren
Classifier	+		+			+
SFF		+		+		
SF					+	+
SF Proxy	+	+			+	+



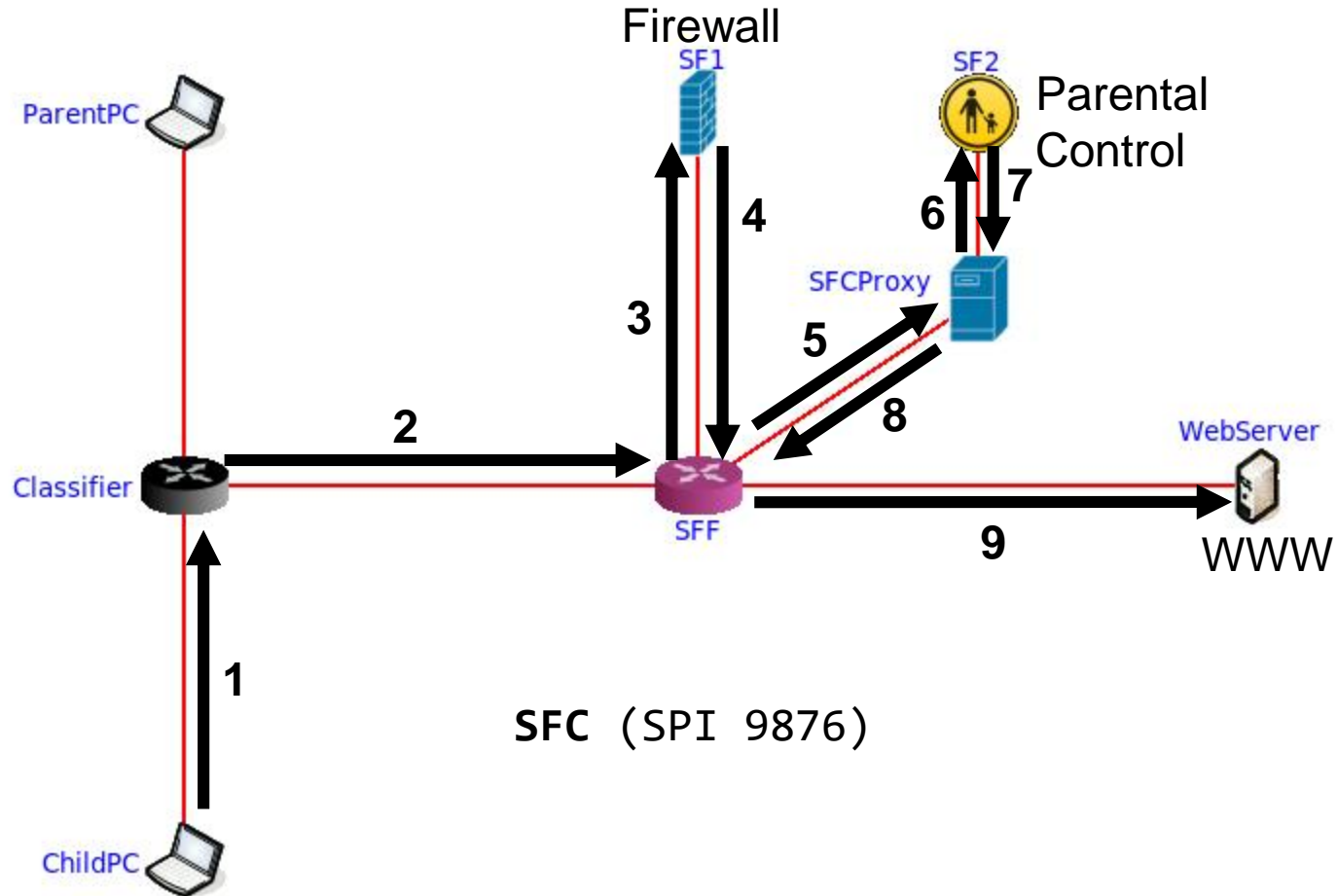
Exemplary Use Case



Exemplary Use Case



Exemplary Use Case



Zusammenfassung

- **Virtuelle Netzfunktionen in Kommunikationsnetzen**
- **Konzept NFV nach ETSI**
- **Orchestrierung von Netzfunktionen**
 - **Software Defined Networking (SDN)**
 - **Service Function Chaining (SFC)**
- **Anwendung von SFC an einem Beispiel**

Quellen

- [7665] Halpern, J.; Pignataro, C.: „RFC 7665 - Service Function Chaining (SFC) Architecture“ IETF, Oktober 2015
- [8300] Quinn, P.; Elzur, U.; Pignataro, C.: „RFC 8300 – Network Service Header (NSH)“ IETF, Januar 2018
- [Bada] Badach, Anatol: „Protokolle und Dienste der Informationstechnologie: SFC Service Function Chaining“ WEKA-Verlag Januar 2015
- [Baue] Bauer, Markus; Hilt, Volker: „Network Functions Virtualization (NFV) and Software Defined Networking (SDN), Teil 4: Virtualisierung von Telekommunikationsdiensten“ ITG News 01/2015, S. 20-22
- [Blen] Blenk, Andreas; Basta, Arsany; Kellerer, Wolfgang; Zinner, Thomas; Wamser, Florian; Tran-Gia, Phuoc: „Network Functions Virtualization (NFV) and Software Defined Networking (SDN), Teil 1: Forschungsfragen und Anwendungsfälle“ ITG News 01/2015, S. 10-13
- [ETSI] ETSI ISG NFV: „Network Functions Virtualisation – An Introduction, Benefits, Enablers, Challenges & Call for Action“ SDN and OpenFlow World Congress, Darmstadt, October 2012
- [NFV1] GS NFV 002: „Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework, V 1.2.1“ ETSI, Dezember 2014
- [NFV2] GS NFV-MAN 001: „Network Functions Virtualisation (NFV); Management and Orchestration, V1.1.1“ ETSI, Dezember 2014
- [Stal] Stallings, William; Agboma, Florance; Jelassi, Sofiene: „Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud“ Pearson Education, 2016
- [Tric] Trick, Ulrich; Weber, Frank: „SIP und Telekommunikationsnetze“ 5.Auflage, De Gruyter Oldenbourg, 2015