

# OSI Referenzmodell

## KURZFASSUNG

15 Seiten

## INHALT

<b>1</b>	<b>Übersicht.....</b>	<b>2</b>
	Schlüsselwörter .....	2
<b>2</b>	<b>Aufbau des Referenzmodells .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Funktionsweise .....</b>	<b>5</b>
3.1	Protokoll-Stack.....	6
3.2	Service Access Point .....	7
3.3	Service Primitives .....	10
3.4	Verbindungsvarianten .....	11
	verbindungsorientiert .....	11
	verbindungslos .....	12
<b>4</b>	<b>Kontrollfragen .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Bilder und Tabellen .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>15</b>

## 1 Übersicht

Bereits in den 60er Jahren waren teilweise weltweite Rechnernetzwerke vorhanden wie z.B.: das bekannte ARPA -Netz (Forschungsnetz), verschiedene Herstellernetze oder Rechnerverbände von Fluglinien und Banken. Alle diese Netze erfüllten ihre Aufgabe nur für einen sehr beschränkten Teilnehmerkreis und es war den Teilnehmern verschiedener Netzwerke nicht möglich, miteinander zu kommunizieren. Jedes dieser Netze samt ihren Datenendgeräten bildete ein sog. geschlossenes System, das auf der Technologie eines Herstellers aufbaute und mit Konkurrenzprodukten nicht kompatibel war. Eine Datenübertragung von einem Netz in ein anderes war nur mittels eines unverhältnismäßig großen Aufwands an Hard- und Software möglich.

Unter der Zielsetzung einen Standard zu schaffen, der das Problem herstellerspezifischer, inkompatibler Kommunikationssysteme überwindet, entschloss sich die International Standardization Organisation (ISO) daher im Jahre 1977 den Bereich der Rechnerkommunikation zu normen – „Subcommittee 16“ (SC 16) Open Systems Interconnection (OSI). Dabei sollte das OSI-Referenzmodell keine Implementierungsspezifikation darstellen, sondern lediglich einen standardisierten Formalismus zur Beschreibung bereits vorhandener Architekturen, sowie einen konzeptuellen Rahmen zur Entwicklung zukünftiger Protokolle.

Der durch Anwendung dieses Normenwerkes mögliche Datenaustausches und die damit verbundene Nutzung gemeinsamer Ressourcen verhalfen der Netzwerktechnologie zu einer ähnlich rasanten Verbreitung und Entwicklung wie dem Computer selbst. Die von ARPA (Advanced Research Projects Agency) des US Verteidigungsministeriums entwickelte Technologie des ARPA-NETS wurde von US Universitäten und Institution übernommen. Der Zusammenschluss mehrerer dieser Netze führte zum ARPA Internet, welches seit seiner exponentiellen Verbreitung ab 1992 allgemein als Internet bekannt ist.

Die Implementierung neuer Protokolle lässt sich meistens nicht direkt am OSI-Modell ausrichten. Einige Schichten, insbesondere die Sicherungsschicht, wären sonst mit einer Vielzahl von Diensten überlastet. Letzteres wäre jedoch gerade nicht im Sinne des OSI-Modells. Aktuelle Protokolle wie z.B. ATM lassen sich daher nur schwer den Schichten des OSI-Modell zuordnen.

Auch wenn die Aufgabenverteilung in den sieben Schichten des OSI-Modells aus heutiger Sicht nicht unumstritten ist, so sind die grundlegenden Überlegungen, die zu diesem Modell geführt haben auch heute noch unverändert gültig. Des weiteren hat es gerade zum Verständnis der Abläufe innerhalb eines Netzwerkes und zur Abgrenzungen von festen Begriffen, wie z.B. Router und Gateway oder Repeater und Bridge, einen hohen didaktischen Stellenwert.

### **Schlüsselwörter**

Rechnernetze, geschlossene Systeme, OSI-Referenzmodell, Instanz, Service Access Point, Dienst, Dienstelement (Service Primitive), Protokolle

## 2 Aufbau des Referenzmodells

(1) Das OSI-Referenzmodell<sup>1</sup> wurde als Schichtenmodell entworfen. Es ist als ein abstraktes Modell zu verstehen, welches vor allem der Beschreibung des strukturellen und funktionellen Aufbaus komplexer Telekommunikationssysteme dient.

Ziel des OSI-Sieben-Schichten-Modells (OSI-Referenzmodell) ist es, jedes komplexe Telekommunikationssystem in sieben strukturelle Schichten zu unterteilen, so dass eine offene Architektur entsteht damit Systeme unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren können, weil die definierten Funktionen der einzelnen Schichten bekannt, standardisiert und zueinander passend realisiert werden können.

Hierbei wurde versucht folgenden Entwurfskriterien Rechnung zu tragen:

- Jedes Kommunikationssystem wird in sieben funktionelle Schichten unterteilt und als eine Strukturierung dieser Schichten (Stack) beschrieben.
- Eine Schicht hat eine bestimmte Kommunikationsfunktion zu erbringen, die von höheren Schichten benutzt wird. Eine Schicht kann beliebig ausgetauscht werden. Wenn die Schnittstellen zwischen den Schichten und die Dienste der benutzten Schicht kompatibel bleiben, können tiefere Schichten vollständig anders oder durch andere Hersteller implementiert sein.
- Der Informationsfluss zwischen den Schichten sollte so gering wie möglich sein.
- Die Anzahl der Schichten sollte unter Berücksichtigung der übrigen Gesichtspunkte möglichst gering sein.
- Die Schichten sichern eine Abstraktion von physikalischen Details (wie Prozessor-Typ, Kabel-Typ, Pegel, Stecker) bis hin zu komplexen Diensten und Anwendungen (Applikationen, Diensten).

Die sieben Schichten des OSI-Referenzmodells sollen in jedem Kommunikationselement identifiziert werden können. Es müssen aber nicht immer alle Schichten implementiert sein. So ist es möglich, dass einige Schichten leer sind oder nur die unteren Schichten Anwendung finden, weil das Netzwerkelement nur Übertragungsfunktionen wahrnimmt (Gateway, Service Transfer Point). In der Regel wird man einen mehr oder weniger vollständigen Stack im Endgerät finden, da dort vom Zugriff auf das Übertragungsmedium bis zu komplexen Anwendung die einzelnen Schichten identifizierbar sein werden.

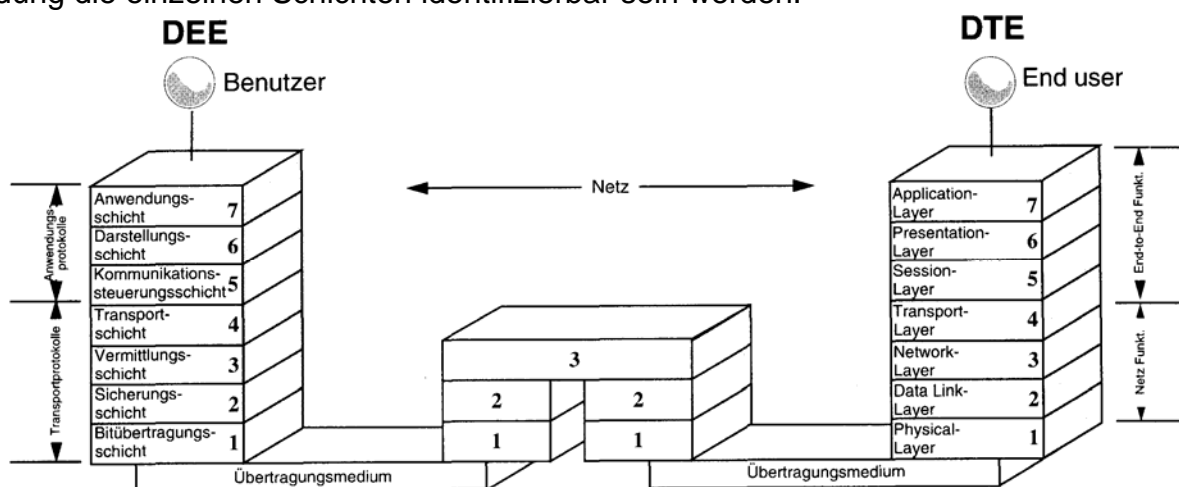


Bild 1 Gesamtdarstellung des OSI-Referenzmodells

<sup>1</sup> Anfang der 80ziger Jahre als Standard ISO 7498

(2) Die sieben Schichten des Modells sind:

## **Physical Layer**, Schicht 1

Unterste Schicht, definiert Steckverbinder, Pegel, Kabel, Leitungstypen, Bit-Kodierungsregel usw. Das reine physikalische Übertragungsmedium wird definiert. Beispiele hier sind HDB3- oder NRZ-Codierungen, Coax-Kabel oder LWL, Sub-D oder RJ45-Stecker, V.24 oder RS232 usw.

## **Data Link Layer**, Schicht 2

Datensicherungsschicht, diese ist verantwortlich, physikalische Übertragungsfehler, z.B. Bit-Fehler oder Fehler des physikalischen Mediums zu erkennen, zu melden und zu behandeln. Hier kommen Protokolle ins Spiel, die dafür sorgen, dass Übertragungsfehler entweder durch redundante Informationen wie CRCs, Forward Error Corrections (FECs) oder durch Übertragungswiederholungen behoben werden.

Die hier angewendeten Protokolle (z.B. LAPB, LAPD, MTP2, MAC) dienen dazu, eine stabile, sichere Verbindung zu garantieren.

## **Network Layer**, Schicht 3

Die Netzwerkschicht ist verantwortlich, geeignete Wege für eine Übertragung im Netzwerk zu ermitteln und zu finden. Hier findet oftmals die Wegeauswahl anhand von Adress-Informationen statt. Aufgabe ist es auch, eine logische Verbindung zwischen Netzelementen herzustellen (Bsp.: symbolische Adressierung versus physikalische Adressen, z.B. IP-Adressen auf Layer 3 und MAC-Adressen auf Layer 2) .

Die Wegewahl durch ein Netzwerk kann aufgrund unterschiedlicher Anforderungen erfolgen, wie z.B. Laufzeit oder Kosten-Optimierung. Diese Schicht ist auch notwendig, um Ersatzwege (Backup-Links) im Falle eines Ausfalls der physikalischen Schicht (Kabelbruch) oder der Übertragungsschicht (zu hohe Bitfehlerrate der Schicht 2) auswählen und aktivieren zu können.

Beispiele hier sind: IP- bzw. IPX-Protokolle oder ISDN Q.931

## **Transport Layer**, Schicht 4

Diese Schicht stellt den Übergang von den Datenübertragenden zu den Daten verarbeitenden Schichten dar. Hier erfolgt die Sicherstellung und Überwachung einer End-to-End-Übertragung, unabhängig vom Weg durch das Netz oder ob die unteren Schichten eine permanente oder temporäre Verbindung aufgebaut haben. Beispiele: ISUP, SCCP, TCP

## **Session Layer**, Schicht 5

Bei der Kommunikation zweier Anwendungen kommt es zu einer Session (Sitzung), wobei keine Applikation wissen muss, wo ihr Gegenpart lokalisiert ist oder unter welcher Umgebung dieser läuft. Das kann lokal (auf dem gleichen System) oder entfernt (remote, auf einem anderen System) erfolgen. Der Session Layer sorgt dafür, dass eine Verbindung zwischen zwei Anwendungen aufgebaut, aufrechterhalten und nach Ende wieder abgebaut wird. Da verschiedene Anwendungen parallel laufen können, werden diese voneinander separiert und logisch voneinander getrennt, auch wenn diese die gleiche unterliegende Kommunikationsinfrastruktur benutzen sollten.

## **Presentation Layer**, Schicht 6

In der Darstellungsschicht erfolgt die Anpassung, Konvertierung, Umwandlung unterschiedlicher Datenformate oder der Abbildung prozessorinterner Zahlendarstellung. In dieser Schicht erfolgt die Konvertierung zwischen Darstellung auf dem Wirtssystem (Host) und dem Übertragungsformat. Nur dadurch ist es möglich, dass unterschiedliche System (heterogene Netzwerkelemente) miteinander kommunizieren können.

Spezielles Beispiel für die rechnerunabhängige Codierung von Informationen ist der Standard ASN1 mit seinen Basic Encoding Rules, der es gestattet, unterschiedliche Datentypen unabhängig von Prozessor- oder Speichermodell auszutauschen.

**Application Layer, Schicht 7**

Die oberste Schicht stellt die Anwendung dar. Dies ist der Generator der eigentlichen Daten oder der Zielempfänger. Hier erst erfolgt die endgültige Benutzung der Daten, die End-to-End-Kommunikation, um eine komplexe Anwendung zwischen unterschiedlichen Teilsystemen zu realisieren oder eine verteilte Anwendung zu realisieren.

Applikationen sind z.B. FTP, WWW- oder Email-Programme, Telefonie-Anwendungen oder Szenarien des Intelligenten Netzes wie Free Phone Service, Number Portability, Credit Card Accounting, Mobile Networking u. ä.

Vor allem in der LAN-Welt findet man Geräte-Typen die direkt mit den OSI-Layern in Verbindung gebracht werden können. So sind Bridges Geräte, die auf Layer 2 arbeiten, also LAN-Segemente auf Basis des Layer 2 (MAC-Adressen) verbinden können, jedoch keine Wegegwahl oder Protokoll-Konvertierungen vornehmen. Es sind reine Forwarding oder Repeater-Funktionen.

Ein Router dagegen arbeitet auf Layer 3, d.h. er wertet die Layer-3-Adressen (hier IP) aus und kennt die Netzwerktopologie und kann Pakete entsprechend weiterleiten, sogar konvertieren zwischen verschiedenen LAN-Typen oder sogar filtern (Firewalls).

Statt Router findet man heute auch Switches, die statt einer Untersuchung aller Pakete durch einen Prozessor direkt Verbindungen zwischen Eingang und Ausgang so schalten können, dass keine umständliche Analyse mehr durch Software erfolgen muss (schnelle Durchschaltung und Weiterleitung).

**3 Funktionsweise**

Die durch die Trennung nach Orten und Schichten entstandene Struktur ist eine statische Struktur bei der die Beziehungen zwischen den Modulen (Instanzen genannt) unabhängig von der spezifischen Aufgabe jeder Schicht sind.

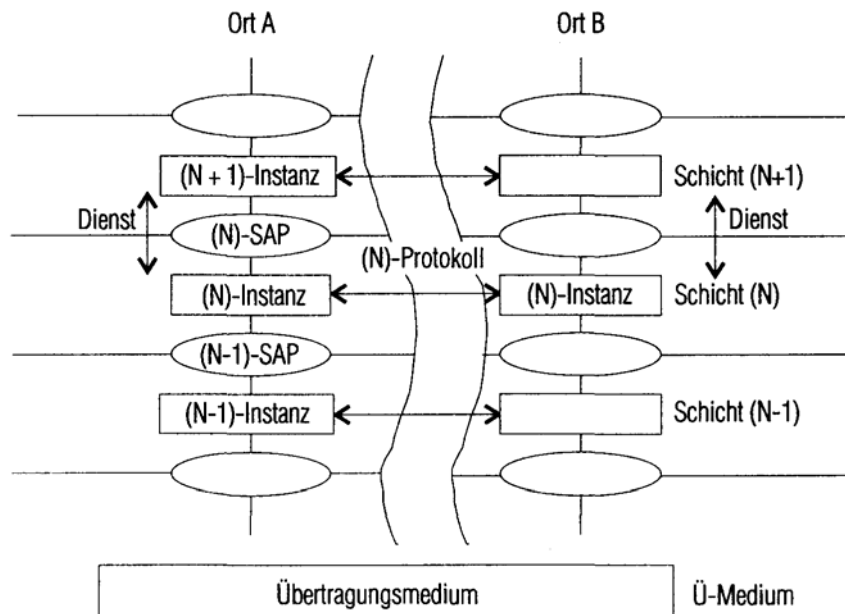


Bild 2 Statische Struktur des OSI-Referenzmodells

**(3)** So existiert z.B. in jeder Schicht eines jeden offenen Teilsystems ein Modul (Instanz), das sowohl (vertikal) mit darüber und darunter liegenden Instanzen als auch (horizontal) mit

räumlich getrennten Instanzen derselben Schicht verkehrt. Diese Instanzen (entities) sind die Prozess-Schablonen, welche die Aufgabe der jeweiligen Schicht durchführen können. Eine Instanz ist z.B. der Code eines Prozesses. Eine aufgerufene Kopie der Instanz nennen wir ein Vorkommnis (instance) der Instanz. Da es erst beim Betrieb auftritt, zählt das Vorkommnis zur dynamischen Struktur. Zwei vertikal benachbarte Instanzen nennen wir obere und untere Folgeinstanz, zwei horizontal in einer Schicht verbundene Instanzen heißen Partnerinstanzen (peer entities).

Aus der Rasterstruktur des Netzes ergeben sich zwei Beziehungen zwischen Instanzen:

- eine vertikale, Dienst genannt und
- eine horizontale, als Protokoll bezeichnet.

Wie man sehen kann ist die Funktionsweise des OSI-Modells objektorientiert. Jede Schicht stellt der jeweils nächst höheren über einen Service Access Point SAP (definierte Schnittstelle) die sog. Dienste (eine Gruppe von Methoden) zur Verfügung. Ein Zugriff auf die Datenstrukturen ist somit allein über die spezifizierten Dienste<sup>2</sup> möglich.

Jeder Dienst gliedert sich in Dienstelemente, die sog. Service Primitives, deren Implementierung das Protokoll darstellt. Die aktiven Elemente des Protokolls werden Instanzen genannt. Sie können je nach Schicht innerhalb des OSI-Modells als Software-Instanz (z.B. ein Prozess oder Thread) oder Hardware-Instanz (z.B. Controller einer Ethernet Karte) realisiert sein.

## 3.1 Protokoll-Stack

Betrachtet man Kommunikationssysteme finden sich i.d.R. immer Angaben zum unterstützten Protokoll-Stack, wobei angegeben wird, welchen Standards die einzelnen Schichten entsprechen. Bestimmte Anwendungen erfordern einen bestimmten Protokoll-Stack, d.h. bestimmte Schichten müssen so übereinander "gestapelt" werden, dass damit sinnvoll und zuverlässig eine Applikation realisiert werden kann. Prinzipiell sind zwar alle vorstellbaren Kombinationen verschiedener Schichten möglich jedoch erfordern einige wie z.B. LAN-Protokolle, der Telephone User Part oder Intelligente Netze eine bestimmte Stapelung. Relevant jedoch ist, dass jede Schicht Dienste und Protokolle so definiert, dass gleiche Schichten unterschiedlicher Elemente Informationen problemlos miteinander austauschen können.

Protokolle sind sowohl definierte Datenstrukturen, die zwischen zwei System ausgetauscht werden als auch dynamische Kommunikationsregeln (Datenflüsse), mittels derer eine definierte Verständigung erfolgen kann.

Kommunizieren zwei System entsprechend dem OSI-Referenzmodell, so ergänzt jede Schicht ihre relevanten Informationen. Das heißt, die Menge der zu übertragenden Informationen (Anzahl der Bits) wird erheblich erweitert. Durch zusätzliche Prüfsummen, Adress-Informationen, Zusatznachrichten usw. ist die physikalisch zu übertragene Datenmenge erheblich größer als die der eigentlichen Anwendung. Durch spezielle Kodierungsregeln kann es auch notwendig sein, ein einzelnes Informationsbit durch unterschiedliche Übertragungsbits auf der Leitung zu kodieren oder durch mehrere unterschiedliche Pegel gleich mehrere Bits gemeinsam zu kodieren wie z.B. bei HDB3 oder 2B1Q.

---

<sup>2</sup> Die Kommandos zur Inanspruchnahme von Diensten und die Ergebnismeldungen heißen Dienstelemente bzw. Service Primitives.

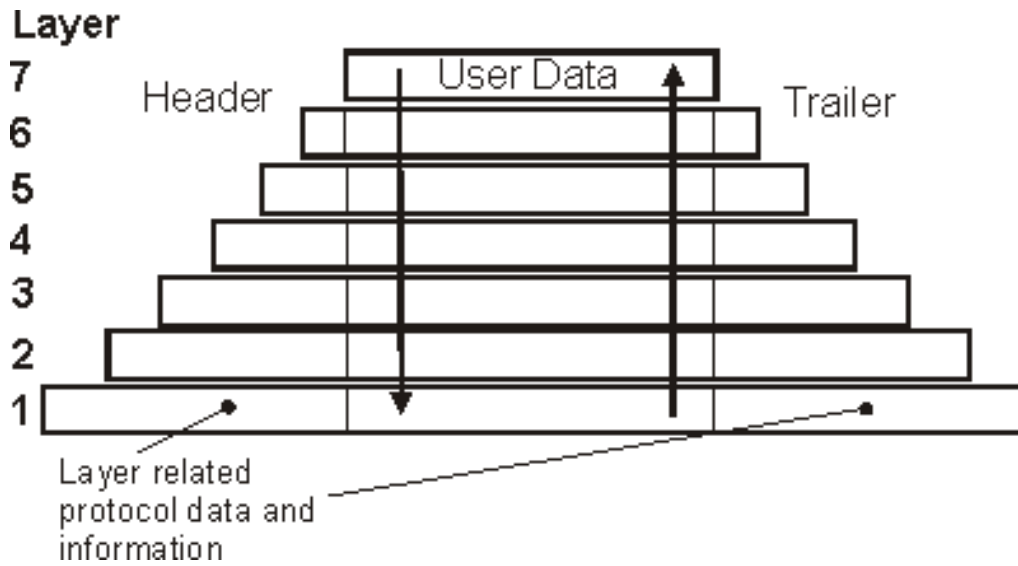


Bild 3 Ergänzung schichtspezifischer Informationen

### 3.2 Service Access Point

(4) Die Schnittstelle zwischen zwei Schichten, über welche Dienste angefordert und bereitgestellt werden, heißt Dienstzugangspunkt oder Service Access Point, kurz SAP. Eine mögliche Implementierung eines SAP wäre ein Speicherbereich, auf den beide Folgeinstanzen zugreifen können und über den sie Dienstelemente austauschen können. (Für ISO ist dies eine Frage der Implementierung, die nicht durch Normen geregelt werden muss.) Jeder SAP wird durch eine Identifikation, den sog. Service Access Point Identifier SAPI gekennzeichnet.

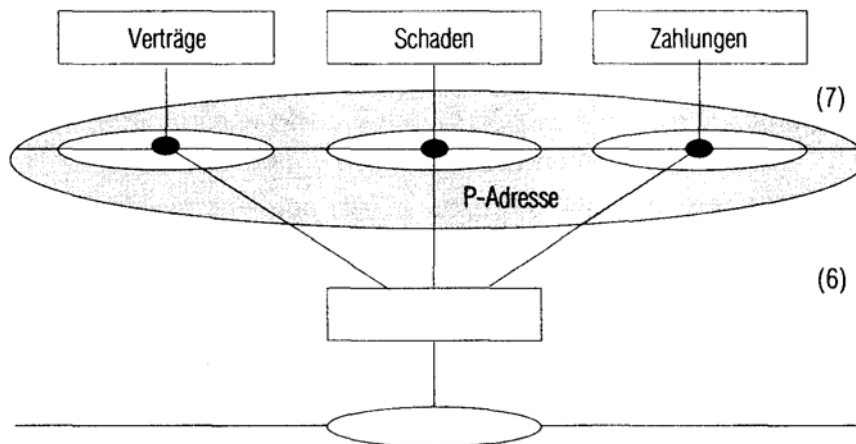


Bild 4 Verzweigungen nach oben innerhalb eines offenen Systems

Die Dienstzugangspunkte (SAPs) werden zur Kennzeichnung und Adressierung der Instanzen benötigt. Eine Adressierung von Instanzen ist offensichtlich notwendig, um den Ort und das offene System an diesem Orte zu kennzeichnen. Für die Vermittlungsschicht (3) sind daher netzweit eindeutige Adressen der Instanzen dieser Schichten essentiell. Darüber hinaus müssen aber auch die Instanzen der anderen Schichten innerhalb eines jeden offenen Systems identifiziert werden, denn es gibt ja nicht nur eine einzige vertikale Säule von Folgeinstanzen innerhalb eines offenen Systems. Da in jedem offenen System mehrere Anwendungsinstanzen existieren, entsteht in den obersten Schichten eine baumförmige Verzweigung. Eine Verzweigung nach unten ist ebenfalls möglich, z.B. wenn eine (N+1)-Instanz

die Dienste verschiedener (N)-Instanzen beanspruchen kann. Ein Beispiel hierfür wäre etwa, dass eine Anwendung verschiedene Darstellungsinstanzen benötigt.

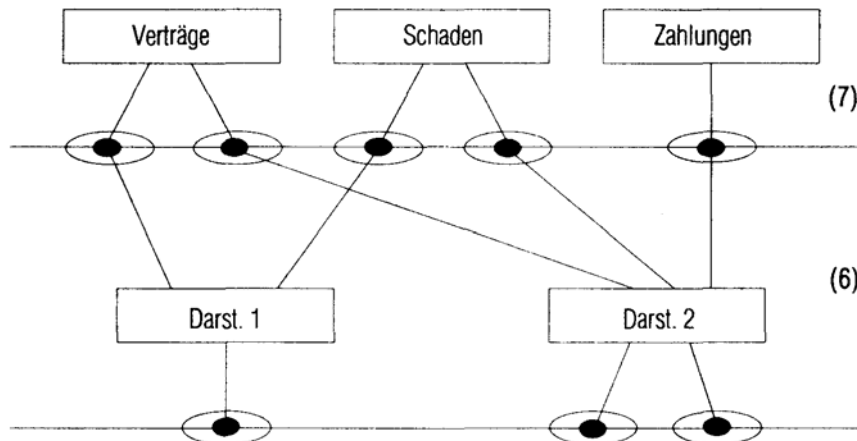


Bild 5 Verzweigungen nach oben und nach unten innerhalb eines offenen Systems

Man beachte, dass in beiden Verzweigungen ein SAP den Übergang zwischen genau zwei Folgeinstanzen darstellt, dass der SAP daher diese Instanzen eindeutig bestimmt und sich somit zur Adressierung der Instanzen eignet. Da ein SAP zwischen zwei Instanzen steht, könnte er jeder der durch ihn verbundenen Schichten zugerechnet werden. Im OSI-Modell wird er zur darunter liegenden Schicht gezählt und entsprechend benannt. Eine Instanz kann mehreren SAPs zugeordnet werden. In diesem Fall stellt jeder der SAPs die Adresse für die (N)-Instanz dar.

Die eindeutige Zuordnung von SAP zu Instanz ist gewährleistet durch die Regel zur Adressierung von Instanzen:

„Es gibt keine Verzweigungen von einem SAP nach verschiedenen Instanzen“, wohl aber gibt es Verzweigungen von einer Instanz nach verschiedenen SAPs.

Zur Adressierung von Instanzen mittels SAPs ist ein netzweites, eindeutiges Schema zur Kennzeichnung von SAPs notwendig. Wir unterscheiden mnemonische Adressen mit einer Kurzbezeichnung der Instanz, welche wir Namen (titles) nennen, von den Adressen im engeren Sinne d.h. SAP-Identifikationen. Namen werden vorwiegend für Anwendungsinstanzen verwendet. Sie werden durch Namensverzeichnisse (directories) in Adressen verwandelt, wie wir dies schon vom Telefonbuch her kennen.

Im allgemeinen muss ein Weg durch das Endsystem durch eine Liste von sieben Instanzadressen bezeichnet werden, wobei die Adresse der Instanz der Schicht 3 den Ort im Netz bezeichnet. Im Falle einer nur nach oben verzweigten Baumstruktur lässt sich die Adressierung aller Instanzen eines Wegs im Endsystem dadurch vereinfachen, dass die Adresse einer Instanz einer höheren Schicht durch Anfügen einer Kennung (Präfix) für die höhere Schicht an die Adresse der darunter liegenden Instanz gewonnen wird.

Die Adresse sieht dann folgend aus:

Adresse in Schicht 6: 6666.55.444.33.22.1  
 Adresse in Schicht 5: 55.444.33.22.1

Hierbei muss nur die Adresse der Schicht 3 netzweit eindeutig sein, um jede Instanz netzweit identifizieren zu können.

Jede Schicht benutzt also die Dienste der ihr nächsten, unterliegenden Schicht. Entsprechend dem Modellkonzept ist es weder gestattet noch vorgesehen, willkürlich auf irgendwelche Dienste irgendwelcher Schichten zuzugreifen; es kann lediglich die nächste Schicht erreicht werden. Eine Ausnahme ist das Management des Systems und des Stacks einer daneben liegenden Management-Instanz.



Damit erbringt jede Schicht einen Dienst für die nächst höhere. Zwischen den Schichten bestehen definierte, abgeschlossene Schnittstellen (Methoden, Datenstrukturen, Parameter usw.), wodurch die darunter liegende Schicht austauschbar wird, solange die Schnittstelle erhalten bleibt. Implementierungen, Prozessor-Varianten oder gar Mehr-Prozessorsysteme werden so möglich.

Jede Schicht kommuniziert somit mit ihrem Pendant im entfernten System, d.h. es findet ein Informationsaustausch zwischen den gleichen Schichten in verschiedenen Systemen statt. Dazu ist das Protokoll (Datenstrukturen, dynamischer Ablauf) wohl definiert und es kommt zu einer virtuellen Verbindung zwischen den entsprechenden Schichten.

Für den Informationsaustausch wird natürlich das physikalische Medium benützt, jedoch sehen die einzelnen Schichten weder wie die Daten übertragen werden, noch wo sich die einzelnen Instanzen (Entities) wirklich befinden. Der Protokoll-Stack kann im Extremfall lokal auf einem System vorhanden sein und mit sich selbst kommunizieren. Durch die symbolischen Adressen jeder einzelnen Schicht können diese unabhängig davon, wo die Partner-Programme ablaufen, erreicht und angesprochen werden bzw. können einzelne logisch getrennte Verbindungen über das gleiche Medium kommunizieren.

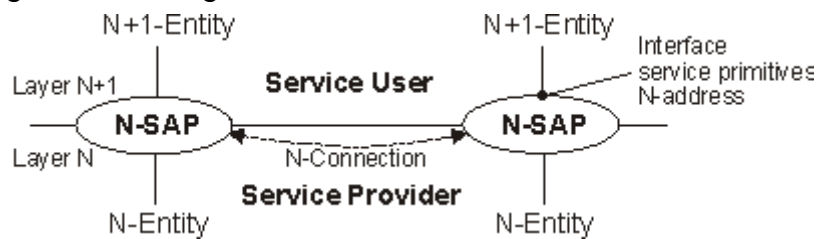


Bild 6 Abstraktion des Service Access Points (SAP)

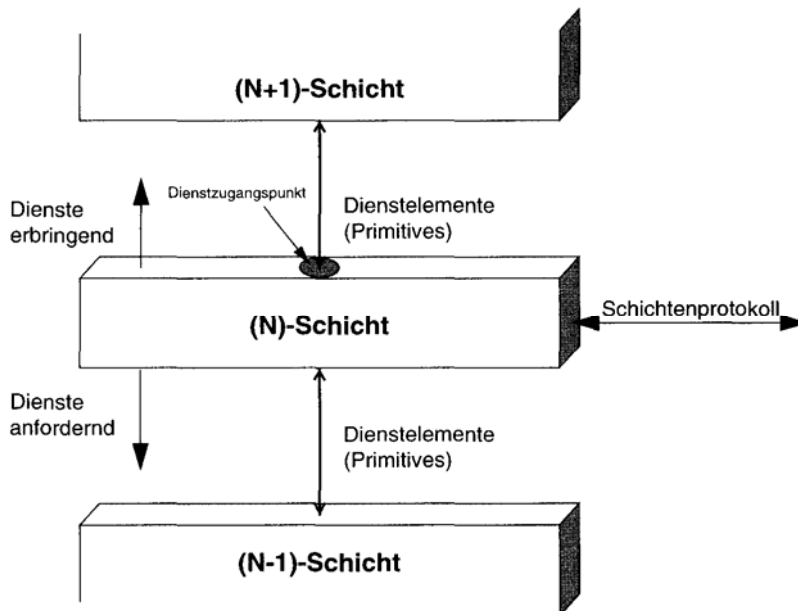


Bild 7 Kommunikation zwischen den Schichten

Die Kapselung der Dienste in den einzelnen Schichten ermöglicht eine virtuelle – horizontale - Kommunikation zwischen Instanzen der Schicht n und ihren Partnerinstanzen eines anderen Rechners. Der reale Datenfluss über alle darunter liegenden Schichten des OSI-Modells und das Übertragungsmedium ist, wie bereits gesagt, für sie nicht sichtbar.

Das der Schicht n von der nächst höheren Schicht n+1 übergebene Objekt ist die Interface Data Unit (IDU), die aus folgende Bestandteilen besteht:

- Interface Control Information (ICI) und

- Protocol Data Unit (PDU).

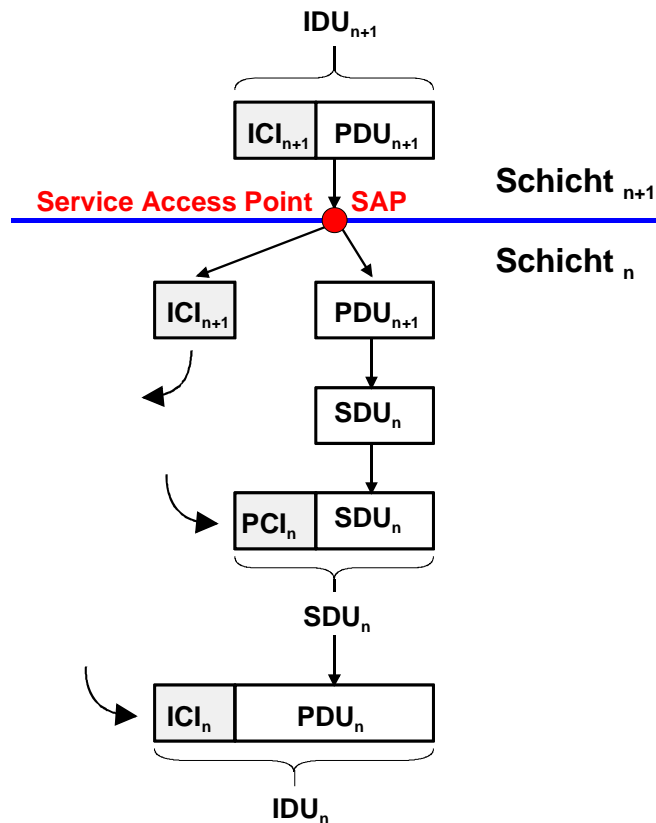


Bild 8 Kommunikation zwischen den Schichten

Nach der Übernahme der IDU durch die Schicht n, wird die ICI abgetrennt und ausgewertet. Die PDU der Schicht n+1 wird zur Service Data Unit (SDU) der Schicht n. Die SDU kann, wenn notwendig, in kleinere Dateneinheiten zerlegt (fragmentiert) werden. Die Fragmentierung muss durch die Partnerinstanz der Schicht n des Zielsystems rückgängig gemacht werden. Zusammen mit dem zum Transport notwendigen Header der Schicht n, der Protocol Control Information (PCI), wird die SDU, bzw. jedes SDU-Fragment, zu einer neuen PDU zusammengefasst. Ergänzt um den von der Schicht n-1 geforderten Dienst (ICI) ergibt sich damit eine neues der Schicht n-1 zu übergebenes Objekt, die IDU der Schicht n.

### 3.3 Service Primitives

**(5)** Um eine unterliegende Schicht benutzen zu können, muss man deren definierte und standardisierte Service Primitives nicht nur kennen sondern auch einsetzen. Primitives stellen etwas ähnliches wie Funktionsaufrufe oder Methoden-Aktivierung dar, mit denen eine bestimmte Funktion ausgelöst oder benutzt werden kann.

Einige Primitives haben nur lokale Bedeutung oder Wirkung, wie z.B. die Aktivierung oder Einrichtung einer Schicht oder die Abfrage von Zustandsinformationen. Andere lösen jedoch Aktionen an unteren Schichten aus bis hin zur Generierung eines Informationsaustausches, der auf der Leitung sichtbar wird. Andere Primitives steuern lediglich die Schicht oder stellen den Austausch von Informationen und Fehlermeldungen zwischen den beiden angrenzenden Schichten dar ohne eine Kommunikation mit dem entfernten System anzustoßen.

(6) Der Ablauf der Primitives ist prinzipiell so zu verstehen, dass eine Anfrage eines aktiven Systems zu einer Aktion auf der Gegenseite führt, die dann eine Antwort nach sich zieht und damit auf der auslösenden Seite als Bestätigung oder Resultat eines Kommandos, besser eines Services, bewertet wird. Ein bestätigter Dienst beinhaltet daher vier Dienstelemente:

- Request
- Indication
- Response
- Confirmation

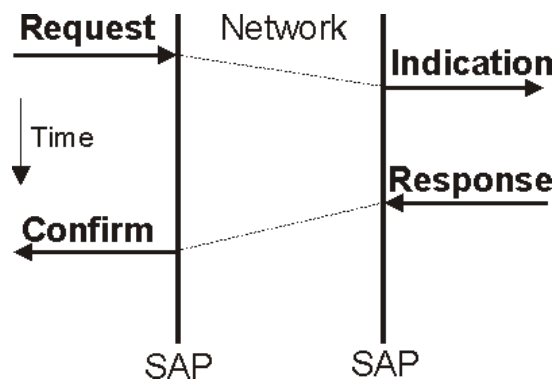


Bild 9 Generelle Primitives und Signalabfolgen

### 3.4 Verbindungsvarianten

(7) Sehr wichtig und interessant ist der Aspekt des verbindungsorientierten und des verbindungslosen Datenaustausches, Begriffe die immer wieder bei Zentralkanal-Zeichengabe, ISDN bzw. bei LANs und TCP/IP-Anwendungen auftauchen.

#### verbindungsorientiert

Bevor Daten übertragen werden können, muss eine Nutzdatenverbindung eingerichtet werden. Dazu dient die Signalisierung, d.h. über ein Protokoll, das auch Endsystem-Adressen (z.B. Telefonnummern) verwendet, wird eine echte direkte Verbindung zwischen zwei Endgeräten hergestellt. Erst wenn diese steht (das wird mit einer Nachricht vom Netz bzw. der Gegenseite angezeigt), kann diese für die eigentliche Datenübertragung benutzt werden.

In den Anfängen der Telefonie war dies eine echte physikalische Verbindung, die geschaltet wurde, das heißt, eine Batterie beim Sender konnte eine Lampe auf der Empfängerseite leuchten lassen. Heute werden wie bei ATM oftmals virtuelle Verbindungen oder durch Zwischenverstärker indirekte Verbindungen geschaltet, die aber dennoch verbindungsorientiert sind.

Verbindungsorientiertheit herrscht immer dann, wenn eine Verbindung mit Adressen vor Nutzung ausgehandelt wird und diese dann für die Nutzungsdauer besteht und auch abgebaut werden muss.

Wichtig ist jedoch eine Adresse und eine vorausgehende Prozedur die dafür sorgen, dass ein direkter Kanal zwischen beiden Geräten eingerichtet wird, der exklusiv nur für Nutzdaten dieser Endgeräte benutzt wird. Die Adresse wird nur zum Verbindungsaufbau benutzt und ist dann nicht mehr in den Anwendungsdaten enthalten.

### verbindungslos

Hier erfolgt kein Verbindungsaufbau. Damit eine Sendestation jederzeit senden kann ist , stets für jedes einzelne Teilpaket das Ziel anzugeben. Das Netzwerk kann jedes einzelne Paket entweder zwischenspeichern (Store and Forward wie bei LANs) oder gar über unterschiedliche Wege übertragen, da kein spezieller Kanal zwischen beiden Endgeräten existiert. Die Prozedur zum Zugriff auf das Kommunikationsnetz ist dadurch einfacher, jedoch hat hier das Netz erheblich mehr zu tun. Vorteil ist die Einfachheit des Zugangs, schlecht ist die Nicht-Kalkulierbarkeit des Kommunikationsverhaltens (Echtzeit, wann kommt es an, in welcher Reihenfolge etc.).

Verbindungslos ist eine Übertragung immer dann, wenn vorher kein expliziter Aufbau stattfindet, jedes einzelne Paket der Anwenderdaten die Adresse beinhaltet und keine Belegung oder Freigabe eines Nutzkanals erfolgt.

Bei verbindungsorientierten Techniken wird auch oft von Circuit Switching gesprochen (Schalten einer durchgehenden Verbindung zwischen Endgeräten) bzw. bei verbindungslosen wird oft Packet Routing, Forwarding benutzt. Einzelne Pakete werden mit Hop by Hop oder als Store and Forward durch das Netz transportiert.

Verbindungsorientierte Technologien sind ISDN, ATM (besser B-ISDN), ZGV7, das gute Plain Old Telephone Service, POTS. Verbindungslos sind dagegen fast alle LAN-Techniken (mit TCP/IP), tlw. auch X.25 und Frame Relay.

Es ist leicht zu erkennen, dass verbindungsorientierte Techniken es ermöglichen, die Ressourcen des Netzwerkes (Wege, Bandbreiten) zu prüfen bis hin zur Abfrage der Fähigkeiten der Endgeräte, überhaupt an einer Kommunikation teilzunehmen und einen Dienst zu unterstützen (FAX, Telefonie, Bildübertragung usw.). Verbindungslose Dienste funktionieren nur statistisch, es kann keine Vorabkontrolle erfolgen, ob die Daten überhaupt den Empfänger erreichen können oder Prüfungen, über die augenblickliche Netzwerkauslastung.

Beide Varianten haben durchaus Vorteile, aber auch Nachteile. Zunehmend trifft man auch auf die Kombination beider Techniken, um die Vorteile beider zu nutzen. So kann man bei der LAN-Emulation in ATM-Netzen beides gleichzeitig finden, d.h. der Erstzugang zum Netz erfolgt verbindungslos wie in klassischen LANs, das Netz erkennt aber nach kurzer Zeit, welche Kommunikationsbeziehung gefordert ist und kann eine direkte Verbindung aufbauen. Damit bleibt der Zugang zum Netz, die Nutzung der Kommunikationsinfrastruktur also einfach, die Einrichtung einer verbindungsorientierte Beziehung bietet zusätzlich erhebliche Geschwindigkeitsverbesserungen oder eine einfachere Verwaltung der Netzressourcen.

**4 Kontrollfragen**

1. [Welche Aufgaben muss das OSI-Referenzmodell erfüllen?](#)
2. [Nennen Sie die 7 Schichten des OSI-Referenzmodells und ihre Aufgaben.](#)
3. [Was versteht man unter einer Instanz?](#)
4. [Was ist ein Service Access Point?](#)
5. [Was ist ein Dienstelement oder Service Primitive?](#)
6. [Beschreiben Sie die prinzipielle Aufgabe der Service Primitives.](#)
7. [Beschreiben Sie den Unterschied zwischen verbindungsorientiertem und verbindungslosem Datenaustausch.](#)

**5 Bilder und Tabellen**

Bild 1	Gesamtdarstellung des OSI-Referenzmodells .....	3
Bild 2	Statische Struktur des OSI-Referenzmodells .....	5
Bild 3	Ergänzung schichtspezifischer Informationen .....	7
Bild 4	Verzweigungen nach oben innerhalb eines offenen Systems .....	7
Bild 5	Verzweigungen nach oben und nach unten innerhalb eines offenen Systems .....	8
Bild 6	Abstraktion des Service Access Points (SAP).....	9
Bild 7	Kommunikation zwischen den Schichten .....	9
Bild 8	Kommunikation zwischen den Schichten .....	10
Bild 9	Generelle Primitives und Signalabfolgen .....	11

**6 Abkürzungen**

2B1Q.....	Zwei Bit ein Quart, Vierpegelcode reduziert Schrittgeschwindigkeit auf die Hälfte
ARPA.....	Advanced Research Projects Agency
ATM.....	Asynchronous Transfer Mode
CRC.....	Cyclic Redundancy Check
DEE.....	Daten-Endeinrichtung
DTE.....	Daten-Terminaleinrichtung
FEC.....	Forward Error Correction
HDB3.....	High Density Bipolar Code of Order three
ICI.....	Interface Control Information (
IDU.....	Interface Data Unit (
IP.....	Internet Protokoll
ISDN.....	Integrated Services Digital Network
ISO.....	International Standard Organisation
ISUP.....	ISDN Userpart
LAN.....	Local Area Network
LAPB.....	Link Access Procedure Balanced
LAPD.....	Link Access Procedure for the B-Channel
LWL.....	Lichtwellenleiter
MAC.....	Media Access Control
NRZ.....	Non Return to Zero
OSI.....	Open Systems Interconnection
PDU.....	Protocol Data Unit (
SAP.....	Service Access Point
SCCP.....	Service Connection Control Part
SDU.....	Service Data Unit (
TCP/IP.....	Transport Control Protocol / Internet Protocol

**7        Literatur**

- [1] Tosse, Heubach, Switch On CD-ROM Telekommunikationstechnik, CD-ROM 1999, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, ISBN 3-446-21255-8
- [2] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik, Carl Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [3] Herter, Lörcher, Nachrichtentechnik, Carl Hanser Verlag, 2000, ISBN 3-446-21405-4
- [4] Anatol Badach, Integrierte Unternehmensnetze, Hüthig Verlag Heidelberg, 1997, ISBN 3-7785-2562-X
- [5] Gerd Siegmund, Technik der Netze, Hüthig Verlag Heidelberg, 1999, ISBN 3-7785-2637-5
- [6] Harald Orlamünder, High-Speed-Netze, Hüthig Verlag Heidelberg, 2000, ISBN 3-7785-3940-X,
- [7] Helmut Kerner, Rechnernetze nach OSI, Addison-Wesley, 1992 ISBN 3-89319-408-8