

2. OSI-Referenzmodell und dessen Realisierung

Version: Jan. 2003

- Schicht 1: Leitungen, Übertragung; Synchronisierung
- Schicht 2: Fehlersicherung, Zugriffsprotokolle, Vernetzung
- Schicht 3: Vermittlung
- Schicht 4: Transport
- Schicht 5: Sitzung
- Schicht 6: Darstellung
- Schicht 7: Anwendung

OSI (*Open Systems Interconnection*) beschreibt Funktionalitäten und Regeln für einen Informationsaustausch zwischen offenen Systemen

Bild: OSI- Referenzmodell

(1) Reales System (*Real System*)

Rechner (inklusive Software, Peripheriegeräte, menschlicher Operatoren usw.), der in der Lage ist, Informationen autonom zu verarbeiten und/oder zu übertragen

(2) Reales Offenes System (*Real Open System*)

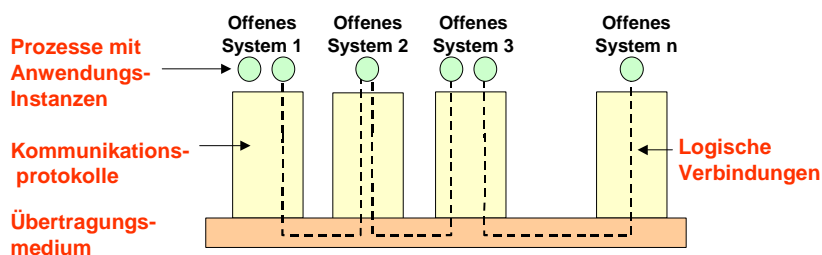
System, das den Anforderungen von OSI in Bezug auf den Informationsaustausch mit anderen realen Systemen genügt

(3) Anwendungsprozeß (*Application Process*)

Element innerhalb eines realen offenen Systems, das für eine bestimmte Anwendung die Aufgaben der Informationsverarbeitung übernimmt, z.B. der Benutzer an einem Terminal oder ein Programm, das auf eine entfernte Datenbank zugreift

(4) Offenes System (*Open System*)

Darstellung derjenigen Aspekte eines realen offenen Systems innerhalb des Referenzmodells, die für OSI von Bedeutung sind



Vier Grundelemente, auf die sich das Referenzmodell bezieht:

(1) offenes System (Open System)

(2) Anwendungs-Instanz (Application Entity)

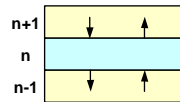
jener Teil eines Anwendungsprozesses, der für den Informationsaustausch verantwortlich ist

(3) Logische Verbindungen (Connections)

darüber werden Informationen zwischen Instanzen ausgetauscht

(4) physikalisches Übertragungsmedium (Medium)

Bild: Grundelemente des OSI- Referenzmodells



Grundlegende Entwurfsprinzipien:

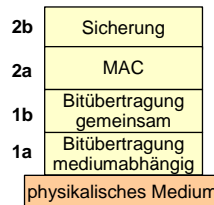
- jede Schicht erfüllt eindeutige und spezifische Aufgaben
- ähnliche Funktionen werden in einer Schicht zusammengefasst
- interner Aufbau einer Schicht ist unabhängig von deren Funktionen
- Grenzen zwischen Schichten sind so definiert, daß möglichst wenig Steuer- und Kontrollinformationen zwischen diesen Grenzen erforderlich werden
- Informationsaustausch soll nur zwischen benachbarten Schichten stattfinden
- eine Schicht nutzt Dienste der unterliegenden Schicht und bietet ihre Dienste der nächsthöheren Schicht an

Anzahl der Schichten einerseits so groß, dass eine Schicht nicht völlig verschiedenartige Funktionen bearbeiten muss, andererseits auch hinreichend klein, damit die Architektur nicht zu unüberschaubar wird und der Kontrollaufwand nicht zu groß wird.

Bild: Schichten-Konzept im OSI-Referenzmodell

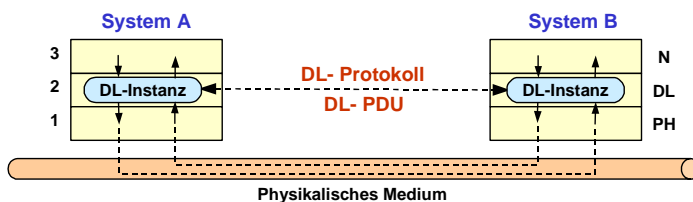
Teilschicht (Sublayer)

eine Schicht kann in mehrere Teilschichten aufgeteilt werden, die jeweils spezielle Aufgaben übernehmen



Teilschichten in lokalen Netzen

Bild: Elemente des OSI-Referenzmodells



Instanz (Entity)

- Verarbeitungselement innerhalb einer Schicht;
- für Kommunikation zwischen (n+1)-Instanzen werden Dienste benutzt, die von Schicht N erbracht und der Schicht (n+1) zur Verfügung gestellt werden;
- n-Instanz kann ihre Dienste mehreren (n+1)-Instanzen zur Verfügung stellen,
- (n+1)-Instanz kann Dienste mehrerer n-Instanzen nutzen

Partnerinstanzen (Peer Entities)

- Partnerinstanzen sind Instanzen der gleichen Schicht in offenen Systemen
- Der Datenaustausch zwischen Partnerinstanzen der Schicht n wird durch ein Protokoll (Protocol) der Schicht N geregelt

Bild: Elemente des OSI-Referenzmodells

- logisch kommuniziert jede n-Instanz mit ihrer entfernten Partnerinstanz
- wenn Dienste der Schicht n-1 nicht ausreichen, um direkte Verbindung zwischen allen gewünschten n-Instanzen herzustellen, muss eine n-Instanz als Relais (Relay) arbeiten, um Verbindung zu ermöglichen
Beispiel: wenn zwei Netze über ein drittes Netz physikalisch miteinander verbunden sind
- zwischen Instanzen der Schicht n wird eine n-Verbindung für Datenaustausch aufgebaut, die zwischen n-Dienstzugangspunkten n-Service Access Points, n-SAPs besteht und in einem SAPs am n-Verbindungsendpunkt Connection Endpoint, CEP endet

Bild: OSI-Referenzmodell

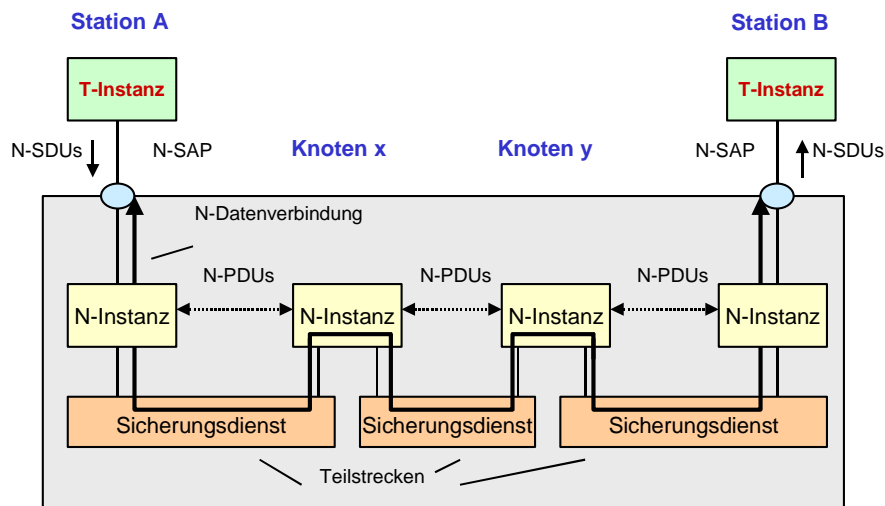


Bild:

Informationen zwischen Partnerinstanzen (Instanzen einer Schicht) und Instanzen, die über einen SAP verbunden sind, in Form von Dateneinheiten ausgetauscht:

Horizontale Kommunikation

- zwischen Partnerinstanzen der einzelnen Schichten
- Datenaustausch durch n-Protokoll der Schicht n geregelt
- (N)-Protokoll dateneinheiten ausgetauscht: **n-Protocol Data Units, n-PDUs**

Vertikale Kommunikation

- zwischen Instanzen benachbarter (übereinanderliegender) Schichten innerhalb eines Endsystems, Instanzen über gemeinsamen Dienstzugangspunkt verbunden
- Datenaustausch durch Schnittstellen-Dateneinheiten (**Interface Data Units**)

Bild: Austausch von Dateneinheiten

- n-Instanz und (n+1)-Instanz, die über einen n-SAP verbunden sind, befinden sich im gleichen System
- (n+1)-Instanz kann mit mehreren n-SAPs verbunden sein, n-SAPs können mit einer oder mehreren n-Instanzen verbunden sein
- n-Instanz kann mit mehreren (n+1)-Instanzen über mehrere n-SAPs verbunden sein
- zu einem gegebenen Zeitpunkt ist ein n-SAP mit genau einer (n+1)-Instanz und genau einer n-Instanz verbunden
- n-SAP kann von einer n-Instanz und/oder einer (n+1)-Instanz getrennt und einer anderen n-Instanz und/oder (n+1)-Instanz zugeordnet werden
- n-SAP wird über seine n-Adresse lokalisiert
- Adresse wird von (n+1)-Instanzen bei der Anforderung einer n-Verbindung benötigt

Bild: Eigenschaften von Dienstzugangspunkten

n-Adresse

identifiziert immer einen n-SAP, über den mehrere Verbindungen gleichzeitig abgewickelt werden können

n-Verbindungsendpunkt-Identifikator *n-Connection Endpoint Identifier, n-CEPI*: Mechanismus, um einzelne Verbindungen innerhalb eines SAPs zu unterscheiden

n-CEPI

besteht aus zwei Teilen:

n-Adresse des n-SAPs, über den die Verbindung abgewickelt wird

n-Verbindungs-Endpunkt-Suffix *n-Connection Endpoint Suffix*

kennzeichnet im SAPs eindeutig eine Verbindung

n-CEP

von n-Instanz zugewiesen, dient (n+1)-Instanz zur Unterscheidung dieser Verbindung von allen anderen, die über SAP abgewickelt werden

Bild: Identifizierung im OSI-Referenzmodell

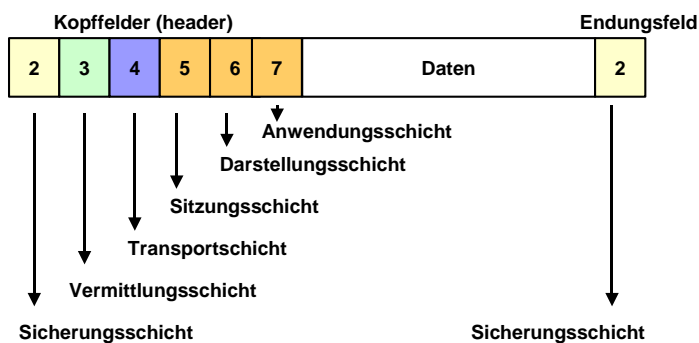


Bild: Struktur der Datenkommunikation nach OSI

Das OSI-Modell

Das OSI-Modell lässt sich durch die folgende Analogie verständlicher machen: Ein Manager möchte einem Geschäftspartner, der eine andere Sprache spricht, eine Nachricht zusenden. Der Manager ist mit dem Anwendungsprozess, der die Kommunikation anstößt, gleichzusetzen. Er spricht die Nachricht auf ein Diktiergerät. Seine Sekretärin bringt die Nachricht auf Papier und übersetzt diese in die Fremdsprache. Die Sekretärin wirkt somit als Darstellungsschicht. Danach gibt sie die Nachricht an den Lehrling, der den Versand der Nachricht verwaltungstechnisch abwickelt und damit die Sitzungsschicht repräsentiert. Der Hauspostmitarbeiter (gleich Transportschicht) bringt den Brief auf den Weg. Dazu klärt er mit der Netzsicht (gleich Vermittlungsschicht), welche Übertragungswege bestehen, und wählt den geeigneten aus. Der Postmitarbeiter bringt die nötigen Vermerke auf dem Briefumschlag an und gibt ihn weiter an die Verteilstelle, die der Sicherungsschicht entspricht. Von dort gelangt der Brief zusammen mit anderen in ein Transportmittel (LKW, Flugzeug) und nach eventuell mehreren Zwischenschritten zur Verteilstelle, die für den Empfänger zuständig ist. Auf der Seite des Empfängers wird dieser Vorgang nun in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen, bis der Geschäftspartner den Brief schließlich in seiner Postmappe vorfindet. Diese grobe Analogie zeigt allerdings nicht auf, welche Möglichkeiten der Fehlerüberprüfung und -behebung das OSI-Modell vorsieht, da diese beim Briefversand nicht bestehen.

1.2.3 Protokolle und Dienste, OSI-Terminologie

Die Begriffe **Protokoll** (protocol) und **Dienst** (service) sind grundlegend. Protokolle (einer Schicht) sind präzise Festlegungen der Protokollelemente und Formate, die zwischen gleichrangigen Instanzen zweier Systeme ausgetauscht werden. Eine **Instanz** (entity) ist die Abstraktion der von einer Schicht in einem bestimmten System erbrachten Dienste. Die Gesamtheit der Protokolle aller Schichten wird als **Protokollstapel** (protocol stack) bezeichnet. **Dienste** (einer Schicht) sind Funktionen der jeweiligen Schicht, die der nächsthöheren Schicht zur Verfügung gestellt werden. Schichten können somit als **Diensterbringer** (service provider) bzw. **Dienstnutzer** (service user) aufgefasst werden.

Bild 1. 5 zeigt zwei Instanzen A, B der Schichten N, die über ein Protokoll der Schicht N kommunizieren. Die beiden Instanzen sind gleichberechtigt und werden deshalb als Peers bezeichnet. Jede Instanz benötigt zur Realisierung der Kommunikati-

on die Dienste ihrer Schicht N - 1, die ihrerseits auf die Schicht N - 2 zugreift. Der Vorgang wird fortgesetzt, bis Schicht 1 erreicht ist.

Dienste werden mittels einer Anzahl von **Dienstelementen** (primitives) realisiert:

- **Request** (Anforderung): Eine Instanz (ein Dienstanutzer) veranlasst einen Dienstbringer zu einer bestimmten Operation, die ein Ereignis auslöst.
- **Indication** (Anzeige): Eine Instanz wird über ein Ereignis informiert.
- **Response** (Antwort): Eine Instanz antwortet auf eine Indication.
- **Confirm** (Bestätigung): Eine Instanz wird über das Ergebnis ihrer Anforderung informiert.

Diese vier Dienstelemente bilden zusammen einen bestätigten Dienst. Zur Darstellung der zeitlichen Abläufe werden Zeitdiagramme verwendet. Die Dienstelemente können in verschiedenen Dienstgruppen genutzt werden, z.B.

- CONNECT für den Verbindungsaufbau,
- DATA für den Datentransport und
- DISCONNECT für den Verbindungsabbau.

Zudem muss die jeweils betrachtete Schicht genau spezifiziert werden. Statt der Nummer der Schicht werden Kennbuchstaben verwendet: P (für Presentation Layer, Schicht 6), S (für Session, 5), T (für Transport, 4), N für Network, 3) und DL (für Data Link, 2). Somit werden z. B. für einen Verbindungsaufbau auf der Transportschicht die folgenden Dienstelemente benötigt: T-CONNECT.request, T-CONNECT.indication, T-CONNECT.response und T-CONNECT.confirm.

Auf den verschiedenen Schichten werden Informationsblöcke gebildet und an andere Schichten weitergereicht. Die Informationsblöcke werden generell als Pakete (packet) bezeichnet, manchmal auch als Block (block). Je nach Schicht sind spezifische Bezeichnungen für Pakete üblich, wenn auch nicht immer einheitlich verwendet.

- Auf der Schicht 2 findet der Begriff **Rahmen** (frame) Anwendung. Rahmen werden auch als Blöcke (im engeren Sinn), kurze Rahmen mit fester Länge auch als Zellen (cell) bezeichnet.
- Pakete der Schicht 3 heißen **Datagramme** (datagram), zumindest wenn eine verbindungslose Kommunikation stattfindet. Der Begriff Paket (im engeren Sinn) ist ebenfalls gebräuchlich.
- Pakete der Schicht 4 werden - insbesondere im Zusammenhang mit TCP/IP - als Segmente (segment) bezeichnet. Der Begriff Nachricht kommt hier ebenfalls vor.
- Pakete der höheren Schichten 5-7 werden häufig pauschal als **Nachrichten** (message) bezeichnet.

Pakete, Rahmen, Datagramme und Segmente sind dadurch gekennzeichnet, dass sie eine festgelegte, maximale Länge aufweisen. Im Gegensatz dazu können die Nachrichten, die ein Anwendungsprozess über ein Rechnernetz übertragen haben möchte, sehr viel länger oder im Grenzfall beliebig lang sein (z. B. bei kontinuierlichen Signalen Sprache und Bewegtbild). OSI besitzt eine eigene Terminologie für Informationsblöcke.

Kommunikationspartner	Übergebene Information		
	Steuerinformation	Nutzdaten	kombiniert
Instanzen auf gleicher Schicht(N) -(N)	PCI : Protocol Control Information	UD : User Data	PDU : Protocol Data Unit
Benachbarte Instanzen (N+1) - (N)	ICI : (N)-Interface Control Information	ID : (N)-Interface Data	IDU : (N)-Inter face Data Unit

Eine **PDU (Protokoll-dateneinheit, Protocol Data Unit)** ist ein Paket, das zwischen gleichrangigen Instanzen (der Schicht N) zweier System ausgetauscht wird. Zur Kennzeichnung der betrachteten Schicht wird deren Kennbuchstabe vorangestellt (z. B. APDU: Application PDU, TPDU: Transport PDU).

Eine PDU besteht üblicherweise aus drei Feldern: **Vorspann** (header) **Nutzlast** (payload) und **Nachspann** (trailer). Alle drei Felder können zu Übertragung von **Protokollinformation** (Protocol Control Information PCI) genutzt werden. **Benutzerdaten** (SDU, Service Data Unit) können nur im Nutzlastfeld transportiert werden. Dies führt zur Unterscheidung von Daten-PDUs und Kontroll-PDUs je nachdem ob Benutzerdaten übertragen werden oder nicht.

Das OSI-Modell wurde ursprünglich für vermaschte Weitverkehrsnetze mit Paketvermittlung und verbindungsorientierter Kommunikation konzipiert. Dabei wird primär die Kommunikation zwischen genau zwei Teilnehmern betrachtet (weitere Kommunikationsbeziehungen sind Multicast und Broadcast. Zusätzliche Konzepte für Rechnernetze) haben zur Erweiterung des OSI-Modells Anlass gegeben. Zur Beschreibung lokaler Netze wurde die Sicherungsschicht (Schicht 2) unterteilt in die

Teilschichten MAC (Media Access Control, steuert den Zugriff zum Übertragungsmedium) und LLC (Logical Link Control, restliche Funktionen »der Schicht 2). Die Netzschicht (Schicht 3) besteht aus drei Teilschichten:

- **Subnetwork Access** (Schicht 3a). Sie arbeitet die teilnetzspezifischen Protokolle ab.
- **Subnet Enhancement** (Schicht 3b). Sie ergänzt Funktionen der Teilnetze so, dass die Anforderungen der Schicht 3c erfüllt werden.
- **Internet** (Schicht 3c). Bearbeitet teilnetzunabhängige Protokolle wie Routing mit globaler Adressierung.

Die physische Schicht (Schicht 1) wird ebenfalls weiter unterteilt. Die Definition einer Teilschicht PMD (Physical Media Dependent) erlaubt den Einsatz unterschiedlicher Übertragungsmedien ohne Auswirkungen auf die übrigen Schichten. Die Teilschicht PMD ist über die Teilschicht MII (Media Independent Interface) mit der Schicht 2 verbunden.

7 Application	7 Anwendung
6 Presentation	6 Darstellung
5 Session	5 Kommunikationssteuerung
4 Transport	4 Transport
3 3c Internet 3b Enhancement 3a Subnetwork Access	3 Vermittlung (Netz)
2 2b Logical Link Control (LLC) 2a Medium Access Control (MAC)	2 Sicherung
1 1b Media-Independent Interface (MII) 1a Physical Media Dependent (PMD)	1 Bitübertragung

Bild: Unterteilung der OSI-Schichten

Die Schichten des OSI-Modells

Pro Schicht des OSI-Modells existiert eine Vielzahl standardisierter **Protokolle**. Da eine Anzahl von Teilaufgaben in verschiedenen Schichten zu erfüllen ist, werden die zugehörigen Protokollfunktionen für sich - unabhängig von einer bestimmten Schicht - behandelt und als **Protokollmechanismen** bezeichnet.