4 OSI Referenz-Modell

4.1 Einleitung

Beispiel zur Einführung in das OSI-Referenzmodell

Ein norwegischer Philosoph und ein chinesischer Philosoph schreiben sich Briefe (= Telekommunikation) um Gedanken auszutauschen. Da beide keine Sprachkenntnisse haben, schreiben sie in ihrer Landessprache und geben den Brief an einen Übersetzer. Der Übersetzer übersetzt den Brief in eine andere Sprache und verschickt ihm mit der Post an den Übersetzer in dem jeweils anderen Land. Dieser übersetzt den Brief in seine Landessprache und gibt an den Philosoph weiter. Die Kommunikation unterliegt folgenden Prinzipien:

1. Jeder sieht die Kommunikation horizontal, d.h. es gibt ein Protokoll immer nur zwischen Personen bzw. Institutionen mit gleicher Tätigkeit.

- Philosoph - Philosoph: Jeder Philosoph beachtet beim Briefeschreiben nur seine Gedanken und die seines Partners. Er denkt weder an die Übersetzer noch an die Post.
- Übersetzer - Übersetzer: Jeder Übersetzer beachtet beim Übersetzen nur seine Sprachkenntnisse und die seines Partners. Er denkt weder an die Philosophie noch an die Post.
- Post - Post: Jede Post beachtet nur den Transport des Briefes. Der Inhalt und die Sprache, in der der Brief geschrieben ist sind der Post gleichgültig

2. Die tatsächliche Kommunikation erfolgt vertikal, mit Ausnahme der untersten Instanz, der Post:

- der Philosoph verkehrt mit dem Übersetzer.
- der Übersetzer verkehrt mit der Post und dem Philosophen.
- die Post verkehrt mit der Post anderer Länder und mit dem Übersetzer.

3. Die Protokolle sind voneinander unabhängig:

- an Stelle der Philosophen könnten Politiker oder Geschäftsleute auf die gleiche Weise mit den gleichen Übersetzern verkehren. Es würde die Tätigkeit der Übersetzer und der Post nicht ändern.
- die Übersetzer könnten ausgetauscht werden oder Sie könnten die Zwischensprache von Englisch nach Spanisch ändern ohne daß es die Philosophen oder die Post bemerken würden.
- der Austausch der Information könnte an Stelle von Briefen auch per Telegramm oder per Fax erfolgen. Es wäre den Übersetzern gleichgültig und die Philosophen würden es nicht bemerken.

Diese Kommunikation ist in Abbildung 4.1-1 dargestellt. Abbildung 4.1-1 zeigt, wie OSI nicht funktioniert. Dort gibt der Philosoph den Brief zum Übersetzen (1) und bekommt die Übersetzung zurück (2). Der Philosoph adressiert dann selbst den Brief an den anderen Philosophen und bringt ihn zur Post (3). Die Post schickt den Brief dann in das andere Land (4).

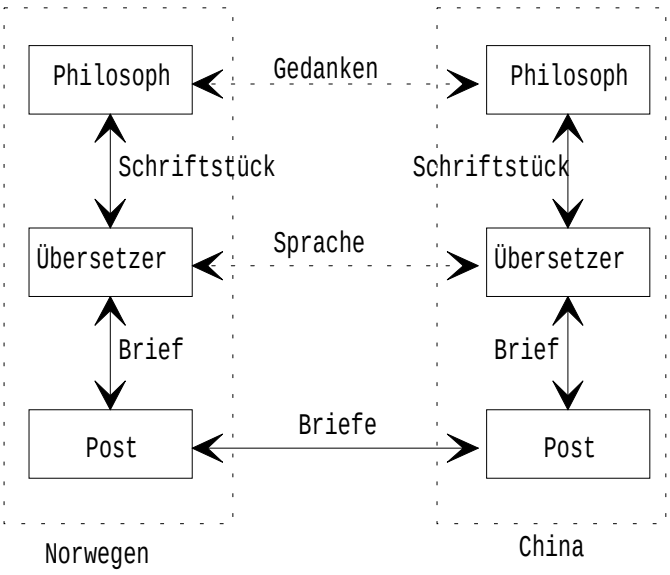
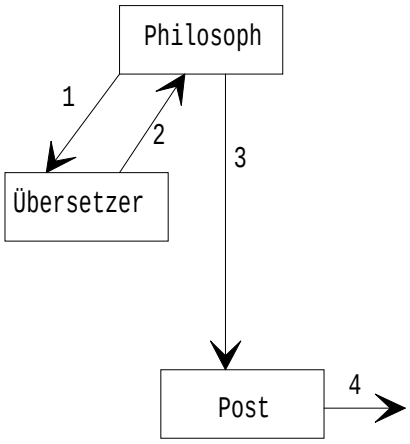


Abbildung 4.1-1: Kommunikation nach OSI Abbildung



4.1-1: Kommunikation nicht nach OSI

4.2 Prinzipien der Modellierung

Die ISO (International Standardisation Organisation) hat das Referenz-Modell für offene Kommunikation 'Referenz Model of Open System Interconnection' auch OSI Refernzmodell genannt entworfen

Ein offenes System (open system) kann eine DEE oder ein ganzes Netz sein. Das OSI Referenzmodell beschreibt das Verhalten des Systems nach außen. An der Schnittstelle muß sich das offene System gemäß der OSI-Architektur verhalten. Die Implementierung innerhalb des Systems ist freigestellt. Das OSI Referenzmodell ist abstrakt definiert und sehr systematisch aufgebaut. Die Hauptprinzipien des Referenzmodells sind:

- Gliederung in hierarchisch strukturierte Schichten
- Minimierung der Interaktionen zwischen den Schichten
- zusammengehörige Funktionen in gleiche Schicht
- logische Kommunikation nur zwischen Instanzen der gleichen Schicht.
- der Informationsaustausch zwischen zwei Instanzen der gleichen Schicht erfolgt mit Hilfe von Diensten der niedrigeren Schicht

Eine Instanz einer Schicht heißt *entity* oder *protocol entity* (Protokolleinheit). Eine zweite Instanz der gleichen Schicht heißt *peer entity* (peer = ebenbürdig) oder *peer protocol entity*.

Vorteile des Schichtenmodells:

- Es erleichtert die Strukturierung der Gesamtaufgabe
- Es erlaubt die Trennung in kleinere Teilfunktionen (Schichten)
- Die einzelnen Teilfunktionen können getrennt voneinander spezifiziert, implementiert und getestet werden.
- Werden bestimmte Funktionen nicht benötigt, dann kann eine Schicht leer bleiben.

4.2.1 Dienstemodell

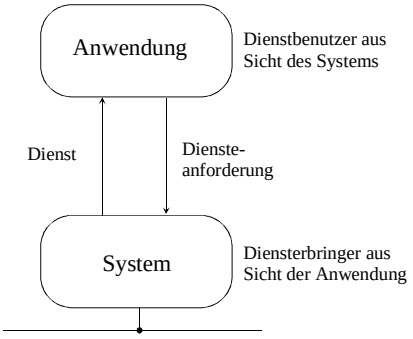


Abbildung 4.2-2: Anwendung und System

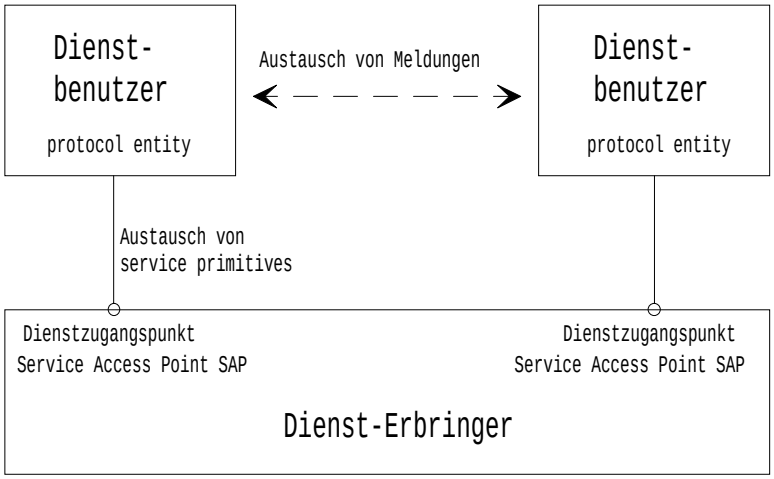


Abbildung 4.2-1: Das OSI Dienstemodell

Das Dienstemodell beschreibt die Art der Kommunikation der Protokolleinheiten untereinander.

Dienstspezifikation: beschreibt

- Einrichtungen, die einem Benutzer des Dienstes verfügbar sind, und
- abstrakte Schnittstelle für die betreffende Schicht durch Dienstprimitive (*SERVICE PRIMITIVES*).

Dienst einer Schicht: Zusammenfassung aller Leistungsmerkmale, die dem Benutzer am Dienstzugangspunkt angeboten werden. Die Realisierung dieser Dienste ist nicht vorgeschrieben.

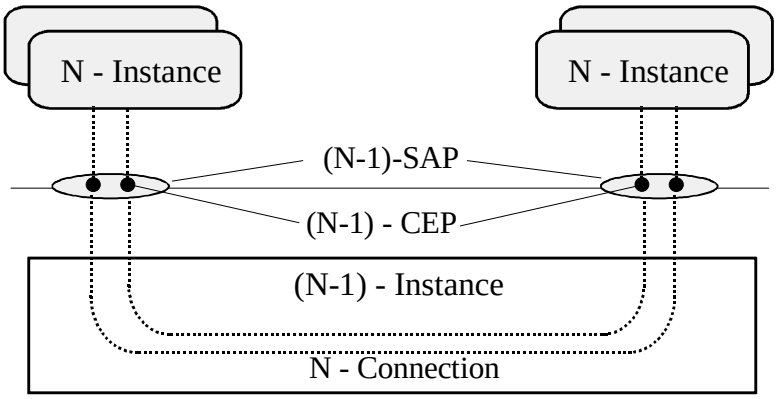


Abbildung 4.2-3: Dienstzugang und Adressierung

Dienstzugangspunkt: Der Dialog zwischen Dienstbenutzer und Diensterbringer geht über den Dienstzugangspunkt. Der Dienstzugangspunkt hat eine oder mehrere Adressen, über die er durch den entfernten Dienstbenutzer angesprochen wird. Der Dienstzugangspunkt ist eine logische Schnittstelle zwischen Dienstbenutzer und Diensterbringer.

SAP: Service Access Point
Der Punkt, an dem einer der Dienste, die die untere Schicht anbietet, aufgerufen wird.

SAPI: Service Access Point Identifier
Bezeichner für SAP

CEP: Connection End Point
Endpunkt einer Verbindung

CEI: Connection End Point Identifier:
eindeutiger Bezeichner für eine Verbindung; beinhaltet den SAPI und die Instanz, die die Verbindung benutzt.

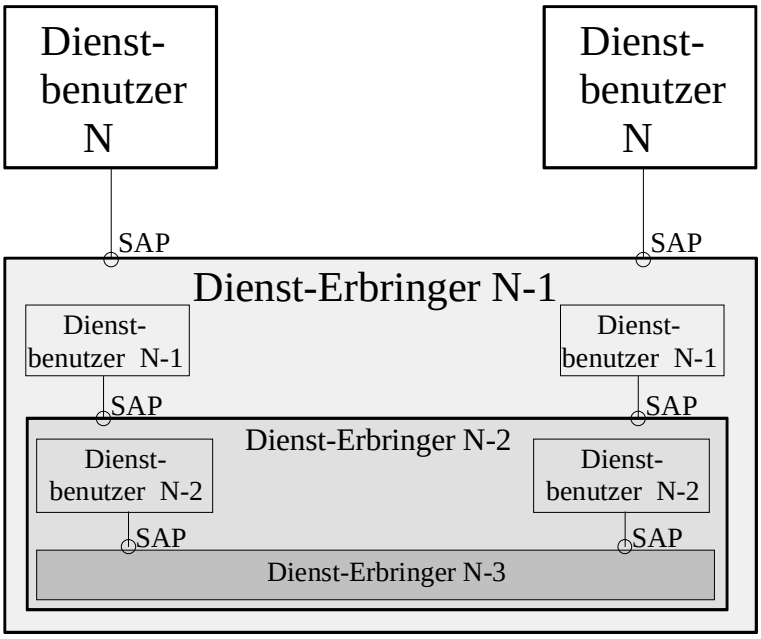


Abbildung 4.2-4: Kaskadierung des OSI-Dienstemodells

Kaskadierung des OSI-Dienstemodells

Das OSI-Dienstemodell besteht aus drei Teilen, den zwei Dienstbenutzern (user) und einem Diensterbringer (service provider).

Die Dienste des Dienst-Erbringers N-1 unterscheiden sich von denen des Dienst-Erbringers N-2 um die Funktionen des Dienstbenutzers N-1. Dies gilt für alle Schichten mit Ausnahme der höchsten, die nur Dienstbenutzer ist, und der untersten, die nur Dienst-Erbringer ist.

Die Kaskadierung führt zu immer mehr Blöcken, die jedoch in den Funktionen immer einfacher werden. Das Modell ist symmetrisch, da die Kommunikationspartner gleichberechtigt sind. Die darunterliegende Kaskadierung (N-1) bleibt der Schicht N verborgen. Der Dienstbenutzer N sieht nur die Dienste an seinem Dienstzugangspunkt SAP.

4.2.2 Service Primitives

Dienst-Primitive (SERVICE PRIMITIVES, Primärmeldungen) wurden von ISO zur Bezeichnung eines abstrakten Elementes eingeführt, das unabhängig von der Implementierung den Dialog zwischen UNSER und SERVICE_PROVIDER ermöglicht.

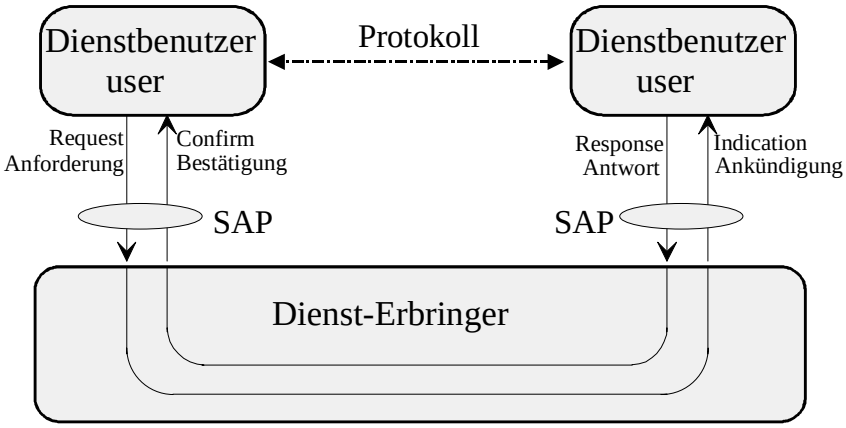


Abbildung 4.2-5: OSI-Dienst-Primitive

REQUEST Anforderung
Wird vom Dienstbenutzer A erzeugt, um eine Leistung zu veranlassen.

INDICATION Ankündigung
Wird vom Dienst-Erbringer im System B erzeugt, um dem Dienstbenutzer B anzuzeigen, daß die PEER_ENTITY, das ist Dienstbenutzer A, eine Leistung anfordert.

RESPONSE Antwort: Wird vom Dienstbenutzer B erzeugt und enthält die Reaktion bzw. Antwort auf die Anforderung der PEER_ENTITY.

CONFIRM Bestätigung: Wird vom Dienst-Erbringer im System A erzeugt, um eine frühere Anforderung des Dienstbenutzers A zu beantworten und zu beenden.

Beispiel für die Anwendung der Dienstprimitive:
Es ist die Datenübertragung einer Schicht N zu ihrer *peer entity* gezeigt. Es gibt zwei Schichten: N und N1.

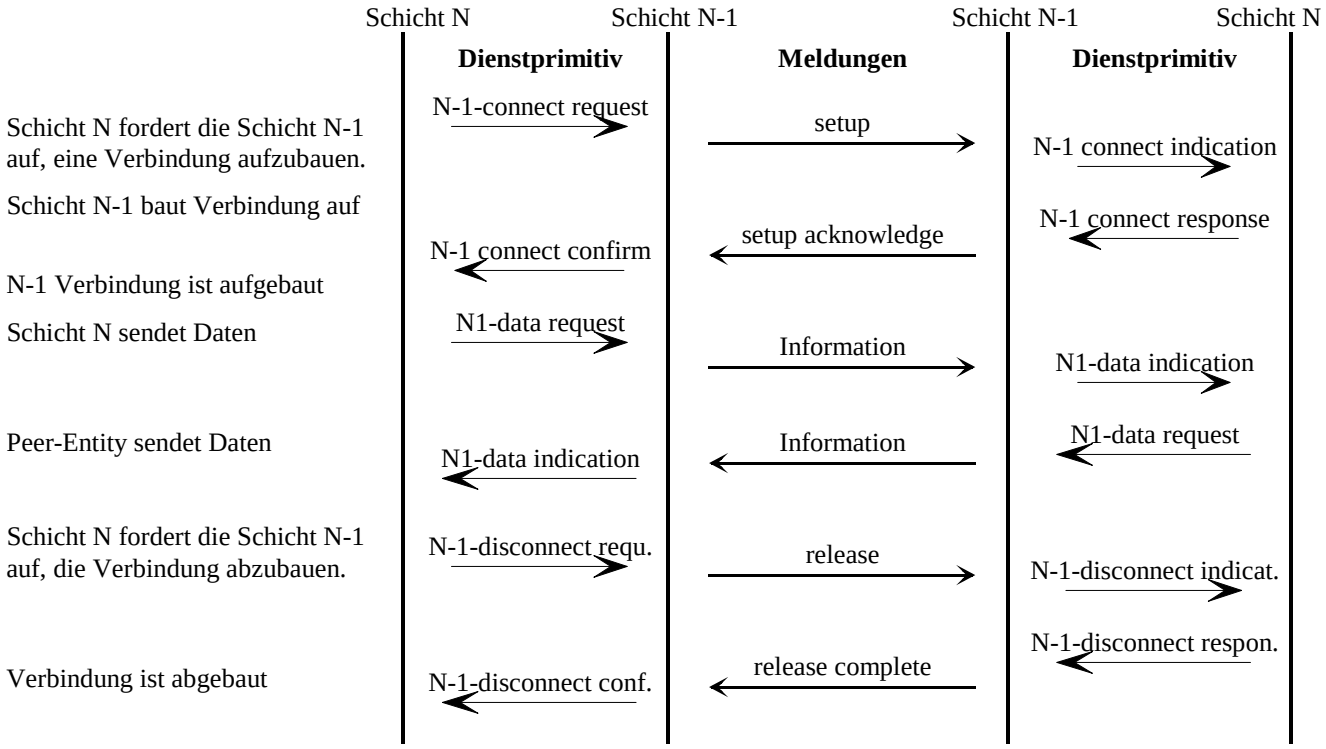


Abbildung 4.2-6: Beispiel für die Anwendung der Dienstprimitive

Weitere Begriffe:

unconfirmed: Ist eine Prozedur unconfirmed, dann besteht die Prozedur nur aus einer Ankündigung (INDICATION) am Dienstzugangspunkt. Eine Antwort (RESPONSE) oder Bestätigung (ACKNOWLEDGE) wird nicht erwartet.

confirmed: Ist eine Prozedur unconfirmed, dann besteht die Prozedur aus einer Ankündigung (INDICATION) am Dienstzugangspunkt, der eine Antwort (RESPONSE) oder Bestätigung (ACKNOWLEDGE) folgt.

broadcast:
Eine Nachricht (Rundruf), die an alle angeschlossenen Einheiten gerichtet ist. Ein Rundruf ist immer UNCONFIRMED.

Relais (RELAY_ENTITY, RELAY_FUNCTION):
Ein Relais wird immer dann benötigt, wenn die Kommunikationsbeziehung über mehrere Stationen verläuft. Dies ist z.B. die Hintereinanderschaltung mehrere Übertragungsstrecken mit Routing-Funktion innerhalb eines Netzes. Beim Übergang von einem Netz in ein anderes spricht man von einem Gateway, vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**.

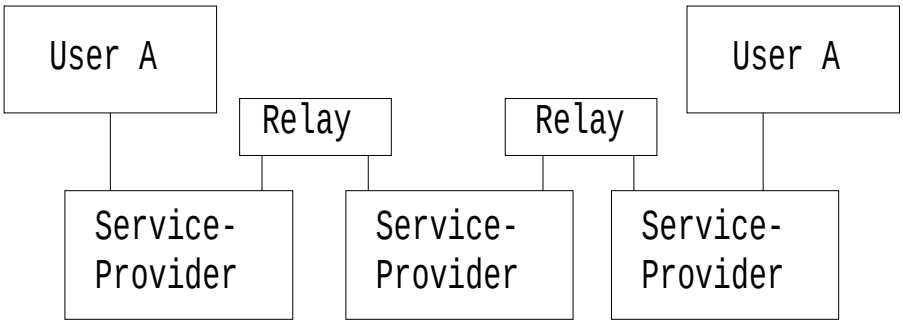


Abbildung 4.2-7: Ein Relais bildet den Übergang zwischen Strecken oder Netzen.

4.2.3 Dateneinheiten

Abbildung 4.2-8: Dateneinheiten beim Durchlauf der OSI-Schichten

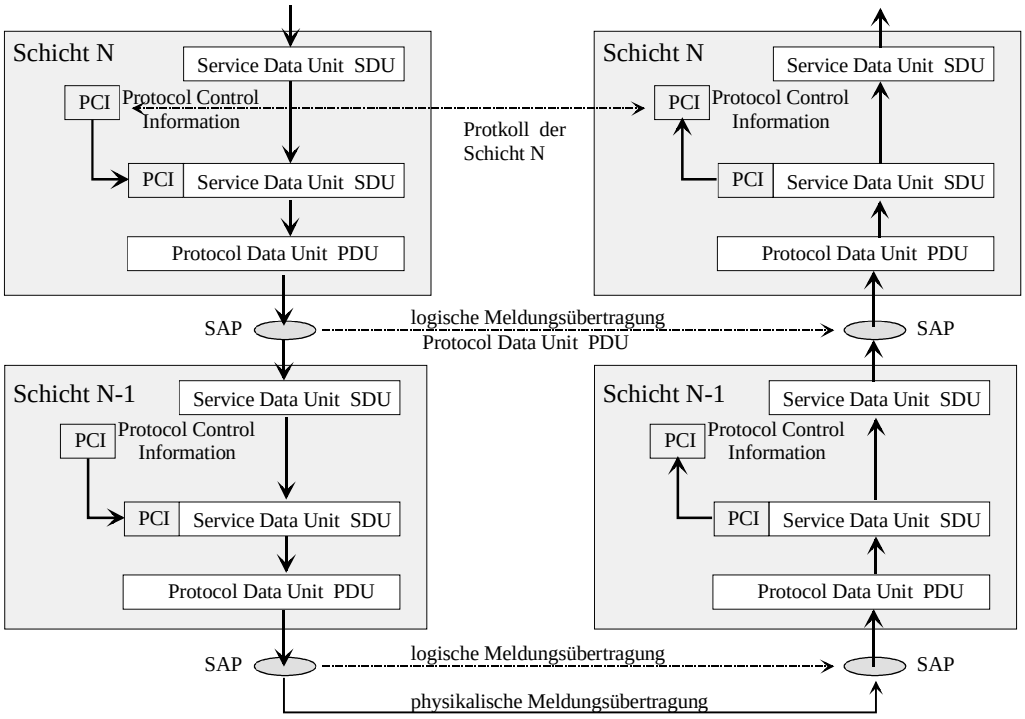
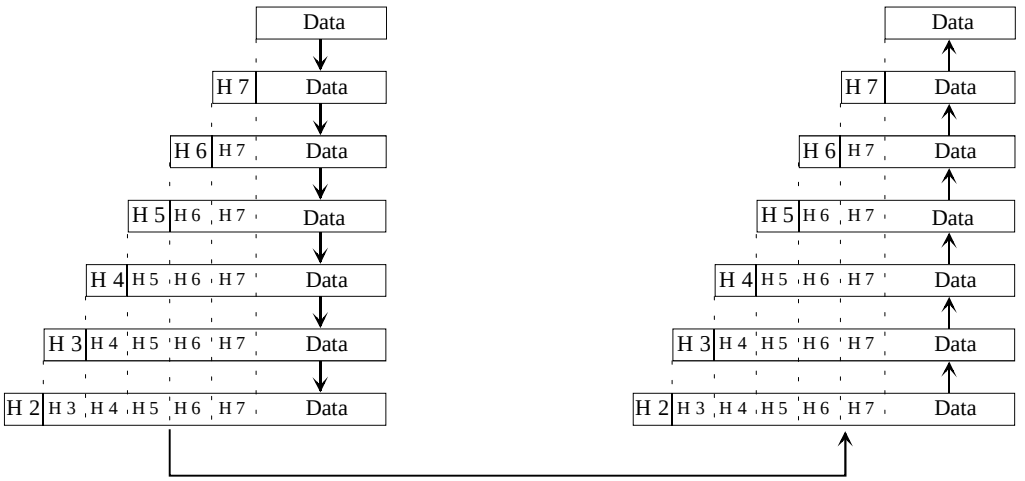


Abbildung 4.2-9: Jede Schicht fügt ihre PCI als Header an bzw. entfernt sie wieder. Der Header trägt die Information für die Peer-Entity.



4.3 Das Schichtenmodell

4.3.1 OSI-Layer

Abbildung 4.3-1: Die Schichten des OSI-Modells

7	Anwendung	anwendungs-orientierte Schichten	Application	7
6	Darstellung		Presentation	6
5	Kommunikations-steuerung		Session	5
4	Transport	transport-orientierte Schichten	Transport	4
3	Vermittlung		Network	3
2	Sicherung		Data Link	2
1	Übertragung		Physical	1
		physikalisches Medium		

Für die Bildung eines Schichtenmodells schlägt ISO folgende Prinzipien vor:

1. Nicht mehr Schichten als nötig.
2. Grenze zwischen den Schichten so, daß die Beschreibung der Schnittstelle möglichst einfach wird und die Interaktionen zwischen Schichten- minimal werden.
3. verschiede Funktionen mit unterschiedlichen Technologien in verschiedene Schichten.
4. Ordne ähnliche Funktionen in derselben Schichten an.
5. Wähle die Grenze zwischen Schichten an Punkten, die sich in der Vergangenheit bewährt haben.

6. Bilde Schichten so, daß architektonische Freiheit für spätere Neuordnung der Schichten möglichst groß ist.
7. Bilde Grenze dort, wo sich eine spezifizierte Schnittstelle als nützlich erweisen könnte.
8. Bilde Schichten dort, wo Abstraktionsgrade der Datenbehandlung (Morphologie, Syntax, Semantik) unterschiedlich.
9. Änderungen von Funktionen oder Protokollen innerhalb einer Schicht sollen möglich sein, ohne daß andere Schichten betroffen sind.
10. Bilde Grenzen zur oberen und unteren Schicht.
12. Bilde Teilschichten nach den obigen Prinzipien, falls erforderlich.
13. Die Umgehung von Teilschichten ist erlaubt

Daraus resultieren die Hauptprinzipien des Referenzmodells:

- Gliederung in hierarchisch strukturierte Schichten
- Minimierung der Interaktionen zwischen den Schichten
- zusammengehörige Funktionen in gleiche Schicht
- log. Kommunikation nur zwischen Instanzen der gleichen Schicht
- Info-Austausch zwischen Instanzen der gleichen Schicht erfolgt mit Hilfe von Diensten der niedrigeren Schicht

Schicht 1 Bitübertragungsschicht = physical layer

Aufgabe: Bitübertragung zwischen zwei benachbarten Systemen

Dienste: Herstellen und Aufrechterhaltung von physikalischen Verbindungen, physikalische Bitübertragung,

Funktionen: Aktivieren und Deaktivieren der physikalischen Strecke (Leitungsverbindung, Multiplexer,...)
Bitübertragung: Modulation, Leitungscodierung, Bitsynchronisation, ...
Verbesserung der Übertragungsqualität: z.B. durch Forward Error Correction
Multiplexen von mehreren physikalischen Verbindungen auf einen Träger, Güteüberwachung.
Fehlerbehandlung (Resynchronisation, Notspeisung, physikalische Ersatzwege z.B. über cross-connect)

Schicht 2 Sicherungsschicht data link layer

Aufgabe: 2b: Gesicherte und ungesicherte Datenübertragung zwischen benachbarten Systemen.
2a: Vielfachzugriff MAC (fehlt bei OSI).

Dienste: Auf- und Abbau von gesicherten Verbindungen auf Teilstrecken, d.h. zwischen benachbarten Einheiten,
Gesicherte Datenübertragung, Flußkontrolle, ungesicherte Datenübertragung, Broadcast,

Funktionen: Strukturierung der Bitübertragung: Wort- und Rahmenbildung, Wort- und Rahmensynchronisation
Sequenzialisierung: Sicherung der Reihenfolge von Bits, Wörtern und Meldungen. Diese Aufgaben werden in praktischen Implementierungen der Schicht 1 zugerechnet.
Multiplexbildung: Abbildung von mehreren logischen Verbindungen auf eine physikalische, Verwaltung von parallelen physikalischen Verbindungen
Verwaltung von gesicherten Verbindungen: Auf- und Abbau von Verbindungen, Zuordnung von Verbindungen nach Prioritäten und Güteparametern
Sicherung der Datenübertragung: Fehlererkennen CRC, Fehlerbeheben (durch ARQ =wiederholte Übertragung), Flußkontrolle (*flow control*) zur Vermeidung von Überlast
Zerlegen und Zusammenfügen von langen Meldungen (*segmentation, reassembly*)

Protokolle: HDLC, welches in leicht abgewandelter Form auch im Paketvermittlungsnetz (CCITT X.25/LAPB, ISO 7776) oder im ISDN (LAPD, CCITT I.440/441) im D-Kanal eingesetzt wird. Weitere Standards der Verbindungsschicht sind SDLC und ältere zeichenorientierte Protokolle wie BSC und DDCMP.

Schicht 3 Vermittlungsschicht network layer

Aufgabe: Verbindungsorientierte oder verbindungslose Netzverbindungen.

Dienste: Auf- und Abbau von Verbindungen zwischen Endsystemen
Datenübermittlung (= Übertragung und Vermittlung) mit Mindest-Güteparametern wie Kosten, Durchsatz, Verzögerung,... und Handhabung von Prioritäten

Funktionen: Multiplexbildung: Splitten oder Zusammenfassen von gesicherten Teilstrecken
Sequenzialisierung und Sicherung auf zusammengefaßten oder gesplitteten Teilstrecken
Routing: Wegesuche, Leitweglenkung, Ersatzwegeschaltung.
Verwaltung von Netzverbindungen: Zuteilung nach Güteparametern und Prioritäten
Betreiben von leitungs- oder paketorientierten Netzverbindungen zwischen Endsystemen

Flußregelung und Optimierung im Netz (Kostenminimierung, Optimierung von Durchlaufzeiten und Speicherbedarf im Netz, Überlastbehandlung, Auflösen von Blockierungen)
Behandlung und Verwaltung von Fehlern der Schicht 3

Schicht 4 Transportschicht transport layer

Aufgabe: Gesicherte und ungesicherte transparente Datenübertragung auf Netzverbindungen zwischen Endsystemen

Dienste: Auf- und Abbau von Ende-zu-Ende Transportverbindungen
Datenübertragung auf Ende-zu-Ende Transportverbindungen.

Funktionen: Splitten oder Zusammenfassen von Netzverbindungen zu Transportverbindung
Sequenzieren und Sicherung auf Ende-zu-Ende Transportverbindung
Flußregelung zwischen Endsystemen
Betrieb von Transportverbindung
Verwaltung von Transportverbindung (Zuteilung nach Güteparametern und Prioritäten)
Behandlung und Verwaltung von Fehlern der Schicht 4

Protokolle: Standards der Schicht 4 sind ISO 8072/8073 und CCITT T.70.

Schicht 5 Kommunikationssteuerungsschicht session layer

Aufgabe: Betrieb und Verwaltung von Sitzungen zwischen Anwenderinstanzen

Dienste: Auf- und Abbau von Sitzungen, Paßwortabfrage
Durchführung von Sitzungen (Dialogverwaltung, Synchronisation, Datenübermittlung)

Funktionen: Umsetzung von Sitzungen auf Transportverbindung und entsprechende Datenübermittlung
Dialogverwaltung (z.B. Verwaltung des Senderechtes, Abgrenzung von Aktivitäten innerhalb eines Dialoges)
Synchronisation des Dialoges (Setzen von Synchronisationspunkten, Rücksetzung des Dialoges auf einen Synchronisationspunkt bei Fehlern)
Verwaltung von Sitzungen (Zuordnung nach Güteparametern und Prioritäten

Schicht 6 Darstellungsschicht presentation layer

Aufgabe: Einheitliche Darstellung von Informationen der Anwendungsinstanz, um die Kommunikation zwischen verschiedenen Endsystemen während einer Sitzung zu ermöglichen.

Dienste: Festlegung der lokalen (systeminternen) Darstellung für eine Sitzung
Festlegung der neutralen (globalen) Darstellung für eine Sitzung
Austausch von Informationen zwischen den Anwendungsinstanzen mit Umsetzung der Darstellung
Fehlerbehandlung -verwaltung

Funktionen: Vereinbarungen über die lokale Informationsdarstellung für eine Sitzung (Zeichenkodierung, Darstellung auf dem Bildschirm)
Vereinbarungen über die neutrale Informationsdarstellung für eine Sitzung (Codierung der Anwenderinformation, Codierung der Darstellungsinformation)
Überprüfung der Einhaltung lokaler Darstellungsvereinbarungen
Verschlüsselung von Meldungen zwischen Endsystemen
Umsetzung zwischen lokaler und neutraler Darstellung
Fehlerbehandlung -verwaltung

Standards der Schicht 6 sind z.B. ISO 8822-8825, CCITT T.73 und CCITT X.409.

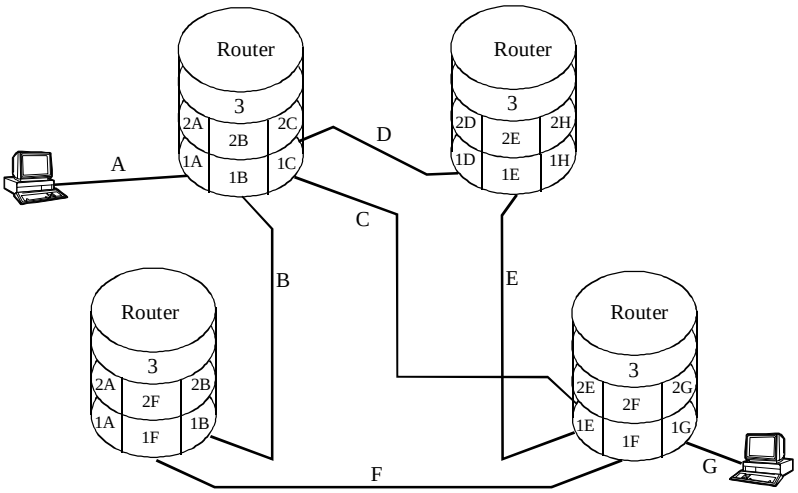
Schicht 7 Anwendungsschicht application layer

Aufgabe: Quelle und Senke für Kommunikation

Funktionen: hängen sehr stark von der Anwendung ab, nachfolgend einige Beispiele:
Identifikation des Kommunikationspartners
Nachfrage, ob Partner verfügbar ist, Schutzmechanismen, Kostenregelung
Synchronisation der Anwenderprozesse, Remote Job entry

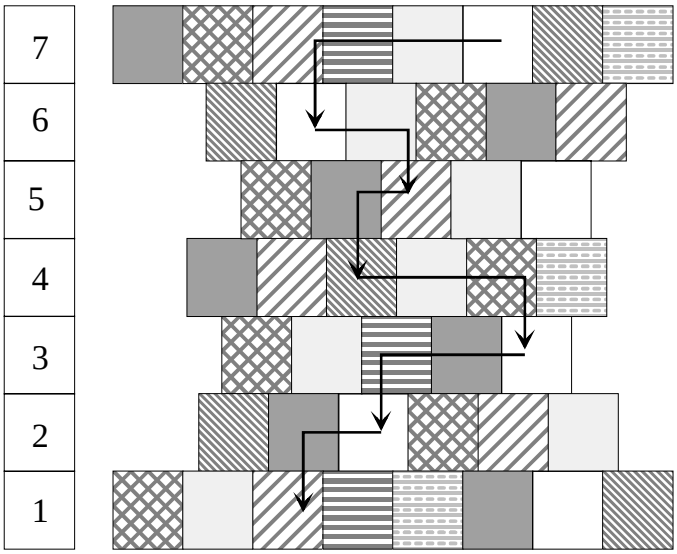
4.3.2 Router (Relais)

Abbildung 4.3-2:
Router haben für jede Leitung eine eigene Schicht 1 und 2, aber nur eine gemeinsame Schicht 3



4.3.3 Protokollprofil

Abbildung 4.3-3:
Das Protokollprofil beschreibt, welches der möglichen Protokolle in jeder Schicht für eine bestimmte Applikation verwendet wird



4.4 Zusammenfassung

- Zerlegung des Protokolls in Schichten, und zwar so, daß:
  - Interaktionen zwischen den Schichten minimiert werden,
  - eine hierarchische Gliederung entsteht,
  - ähnliche Funktionen in der gleichen Schicht sind.
- Die Kommunikationsregeln der Schicht N werden N-Protokoll genannt.
- Die logische Kommunikation verläuft horizontal. Protokolle sind nur zwischen horizontalen Instanzen (Einheiten) definiert, d.h. zwischen Instanzen der gleichen Ebene (peer entities).
- Der tatsächliche Informationsaustausch zwischen zwei Instanzen (peer entities) der Schicht N erfolgt mit Hilfe der nächst niedrigeren Schicht N-1 (Ausnahme Schicht 1).
- Jede Schicht hat Interaktionen nur mit der darüberliegenden und der darunterliegenden Schicht.
- Die Aufgaben der Schicht N werden mit Hilfe der Dienste der Schicht N-1 erbracht (Ausnahme Schicht 1).
- Die Implementierung des Protokolls einer Schicht kann beliebig ausgetauscht werden, solange die Dienste dieser Schicht nicht geändert werden.
- Das OSI-Referenzmodell ist ein logisches Modell, das keine Implementierung festlegt.