

Normierung von Protokollen für die Datenkommunikation : das Referenzmodell von ISO für die Zusammenschaltung von offenen Kommunikationssystemen = Normalisation de protocoles pour la communication de données : le modèle de référence de l'ISO pour l'inter...

Autor(en): Jaquier, Jean-Jacques

Objektyp: Article

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und
Telegraphenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes,
téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda
delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Band (Jahr): 64 (1986)

Heft 4

PDF erstellt am: 10.07.2024

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875025>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Normierung von Protokollen für die Datenkommunikation: Das Referenzmodell von ISO¹ für die Zusammenschaltung von offenen Kommunikationssystemen

Normalisation de protocoles pour la communication de données: Le modèle de référence de l'ISO¹ pour l'interconnexion de systèmes de communication ouverts

Jean-Jacques JAQUIER, Bern

Zusammenfassung. Der Autor beschreibt die Grundmerkmale des von ISO normierten Referenzmodells für die Zusammenschaltung offener Systeme. Nach kurzer Erläuterung der Problematik der Sicherstellung der Kompatibilität zwischen Teleinformatiksystemen werden die geschichtliche Entstehung und die Grundprinzipien des Modells präsentiert. Die siebenstufige Struktur und die zugehörigen Protokolle werden kurz behandelt. Der Stand der Arbeiten Ende 1984 wird erläutert.

Résumé. L'auteur décrit les caractéristiques de base du modèle de référence normalisé de l'ISO pour l'interconnexion de systèmes ouverts. Après avoir brièvement expliqué la difficulté d'assurer la compatibilité entre des systèmes téléinformatiques, il présente les principes fondamentaux du modèle, passe succinctement en revue sa structure à sept niveaux, les protocoles qui s'y rapportent et évoque l'état des travaux à la fin de 1984.

Normalizzazione di protocolli per la comunicazione di dati: il modello di riferimento dell'ISO per l'interconnessione fra sistemi aperti

Riassunto. L'autore illustra le caratteristiche di base del modello di riferimento normalizzato dell'ISO per l'interconnessione fra sistemi aperti. Dopo un accenno alle difficoltà per garantire la compatibilità tra i sistemi di teleinformatica, sono descritti lo sviluppo e i principi basilari del modello. Sono quindi trattati brevemente la struttura a sette strati e i relativi protocolli; da ultimo è presentato lo stato dei lavori alla fine del 1984.

1 Einleitung

Die bei der Realisierung von Teleinformatiksystemen verwendeten Methoden und Verfahren waren lange Zeit für jeden Hardware- und Softwarehersteller spezifisch. Die Zusammenschaltung deren Komponenten führte gezwungenermassen zu Kompatibilitätsproblemen.

Erste Studien für eine Gesamtnormierung von Kommunikationstechniken wurden Anfang der 70er Jahre von verschiedenen nationalen Organisationen angefangen und international im Rahmen der Bestrebungen von ISO¹ zusammengeführt. Sie führten zuerst zu einer Basisnorm, dem sogenannten Basisreferenzmodell für die Zusammenschaltung offener Systeme (open system interconnection-basic reference model, abgekürzt OSI/RM).

Dieser Artikel widmet sich einerseits den Beweggründen, die zum Modell führten, andererseits den wichtigsten Prinzipien. Die Arbeiten von ISO folgten Aktivitäten des CCITT², die erstmals die Richtung in der Normierung für Datenkommunikation angaben. Die Ziele des CCITT beschränkten sich anfänglich lediglich auf den Transfer von digitalen Signalen. Dies führte zur Normierung von Modems und Schnittstellen (DCE und DTE/DCE-Schnittstellen; siehe u. a. [1, 12, 14]). Anschliessend wurde das Tätigkeitsfeld auf die spezialisierten Datenetze mit Paket- oder Leitungsvermittlung erweitert (siehe u. a. [4, 5, 15]), die das Rückgrat der Teleinformatik in öffentlichen Netzen darstellen.

1 Introduction

Les méthodes et techniques appliquées pour réaliser des systèmes de télétraitement de l'information furent pendant longtemps spécifiques à chaque constructeur de matériel et de logiciel. L'interconnexion de composants provenant de fournisseurs différents se heurtait de ce fait automatiquement à des problèmes de compatibilité.

C'est au début des années de 1970 qu'ont été entreprises les premières études en vue d'une normalisation globale des techniques de communication. Les travaux dans ce domaine furent entrepris par différentes organisations nationales et convergèrent, sur le plan international, dans le cadre de l'ISO¹ (organisation internationale de normalisation). Ils ont d'abord conduit à une norme nommée «modèle de référence de base pour l'interconnexion de systèmes ouverts» (Open System Interconnection-Basic Reference Model), abrégée fréquemment par OSI/RM.

Cet article est consacré, d'une part, aux motivations qui ont conduit à la définition du modèle et, d'autre part, à ses principes essentiels. Les travaux de l'ISO ont été précédés par les activités du CCITT² qui posèrent les premiers jalons de la normalisation de la communication de données. Les objectifs du CCITT se limitaient initialement au seul transfert des informations numériques. Ils aboutirent à la normalisation de modems et d'interfaces (ETCD et jonctions ETTD/ETCD), (voir aussi [1, 12, 14]). Le champ d'activité fut, par la suite, étendu aux réseaux

¹ ISO = International Organisation for Standardization – Internationale Standardisierungsorganisation

² CCITT = Internationaler beratender Ausschuss für Telefonie und Telegrafie

¹ ISO = International Organisation for Standardization – Organisation internationale de normalisation

² CCITT = Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique

Die Normierung der Funktionen für Informationstransfer bildet ein wichtiges Element zur Erreichung der Kompatibilität zwischen Teleinformatikkomponenten. Sie ist aber nicht genügend. Die typischen Eigenschaften der ausgetauschten Daten (Formate, Codes), die Bedingungen, unter denen der Austausch abläuft, sowie die Merkmale der Informationsquellen und -senken gibt es zu berücksichtigen, um eine vollständige Kompatibilität zu erreichen.

Diese Gesamtbetrachtung der Kommunikation zwischen zwei Benutzern deckt das ganze Spektrum der Probleme ab, die sich bei einem wirkungsvollen Informationsaustausch stellen. Die Zielsetzung der ISO im Konzept für «offene» Systeme basiert auf dieser Betrachtung.

2 Die Strukturierung der Funktionen eines Teleinformatiksystems

Das Ziel eines Informatiknetzes ist die Zusammenarbeit von verteilten Prozessen zu ermöglichen, die in physikalisch und/oder geografisch getrennten Systemen laufen können. Anstelle von «Prozess» kann man einfacher von Endbenutzern (end user) oder Benutzern sprechen. Das Informatiknetz stellt einen *Zugriffspfad* oder eine Verbindung zur Verfügung, die einem Benutzer erlaubt, mit einem andern Benutzer zu kommunizieren. Als Verbindung ist hier die Gesamtheit der kombinierten Funktionen zu verstehen, die für die Kommunikation zwischen den Benutzern nötig sind.

Eine solche findet zwischen einem Benutzerpaar statt. Der Begriff des Benutzers ist allgemein zu verstehen. Ein Benutzerpaar kann aus der Zusammensetzung von zwei sehr verschiedenen Komponenten bestehen, z. B.

- auf der einen Seite ein Mensch an einem Terminal, auf der andern ein Applikationsprogramm in einem Hostrechner
- zwei Menschen, die über Terminals miteinander kommunizieren
- zwei Applikationsprogramme, die zur Erfüllung einer gemeinsamen Aufgabe zusammenarbeiten
- ein Applikationsprogramm, das auf eine entfernte Datei zugreift, um diese abzufragen oder nachzuführen.

Der Zugangspfad oder die Verbindung zwischen zwei Benutzern muss die Kommunikation trotz möglicher Unterschiede in den Benützeigenschaften (Formate, Codes, Prozeduren usw.) ermöglichen. Zudem ist der Ablauf trotz verschiedener möglicher Störungen zu sichern.

In der *Tabelle 1* ist ein Teil der Anforderungen zusammengefasst, die die Verbindung erfüllen muss, damit ein Benutzer auf entfernte Informatikressourcen zugreifen kann.

Die *Figur 1* illustriert die Strukturierung der Funktionen zwischen einem menschbedienten Terminal und einem Applikationsprogramm. Es ist ersichtlich, dass die Funktionen paarweise organisiert sind. Die Struktur ist hierarchisch und entspricht der in [2] beschriebenen Zwiebschalenstruktur. Die Funktionspaare arbeiten zusammen unter Berücksichtigung von Vereinbarungen, d. h. sie folgen den Regeln eines geeigneten Protokolls.

spezialisiertes von Daten zu Kommutierung durch Pakete oder zu Kommutierung von Schaltungen (siehe insbesondere [4, 5, 15]), die bilden die Rückgrate der öffentlichen Netze der Teleinformatik.

Die Normalisierung der Funktionen der Informationsübertragung bildet ein wichtiges Element, das die Kompatibilität zwischen den Komponenten der Teleinformatik ermöglicht. Sie ist jedoch unzureichend. Die spezifischen Eigenschaften der ausgetauschten Daten (Formate, Codes) und die Bedingungen, unter denen der Austausch abläuft, sowie die Merkmale der Informationsquellen und -senken gibt es zu berücksichtigen, um eine vollständige Kompatibilität zu erreichen.

Diese Gesamtbetrachtung der Kommunikation zwischen zwei Benutzern deckt das ganze Spektrum der Probleme ab, die sich bei einem wirkungsvollen Informationsaustausch stellen. Die Zielsetzung der ISO im Konzept für «offene» Systeme basiert auf dieser Betrachtung.

2 Structuration des fonctions d'un système téléinformatique

Un réseau informatique a, par définition, pour but de permettre la coopération entre des processus répartis dans des systèmes séparés physiquement et/ou géographiquement. Au lieu de «processus», on peut parler plus prosaïquement d'«utilisateur final» (end user) ou simplement d'usager. Le réseau informatique fournit un *chemin d'accès*, ou liaison, permettant à un usager de communiquer avec un autre usager. La liaison doit être comprise dans ce contexte comme l'ensemble des fonctions combinées permettant d'obtenir la communication entre les usagers.

Une communication se déroule entre une *paire* d'usagers. Le terme d'usager doit être considéré sur un plan général. Une paire peut être formée par l'association de «composants» très différents les uns des autres. Par exemple:

- Un être humain utilisant un terminal, d'une part, et un programme d'application dans un ordinateur serveur (host), d'autre part.
- Deux êtres humains qui communiquent par l'intermédiaire de terminaux.
- Deux programmes d'application qui coopèrent pour l'exécution d'une tâche commune.
- Un programme d'application qui accède à un fichier de données éloignées à l'effet de le consulter ou de le mettre à jour.

Le chemin d'accès ou liaison reliant les usagers partenaires doit assurer que la communication est possible malgré des différences éventuelles entre les caractéristiques des usagers (formats, codes, procédures). Il doit également veiller à ce qu'elle se déroule de façon sûre malgré les perturbations diverses auxquelles elle peut être soumise.

Le *tableau 1* résume une partie des exigences qui doivent être remplies par la liaison pour qu'un usager ait accès à une ressource informatique distante.

La *figure 1* illustre la structuration des fonctions entre un terminal utilisé par un être humain et un programme

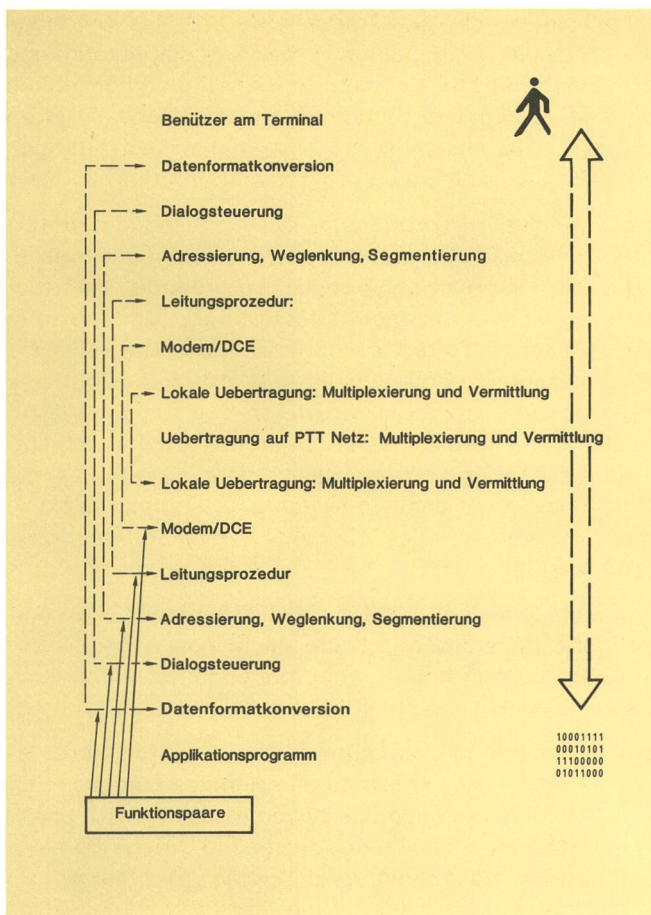


Fig. 1 Beispiel des Zugriffspfades zwischen einem Benützer am Terminal und einem Applikationsprogramm in einem Rechner

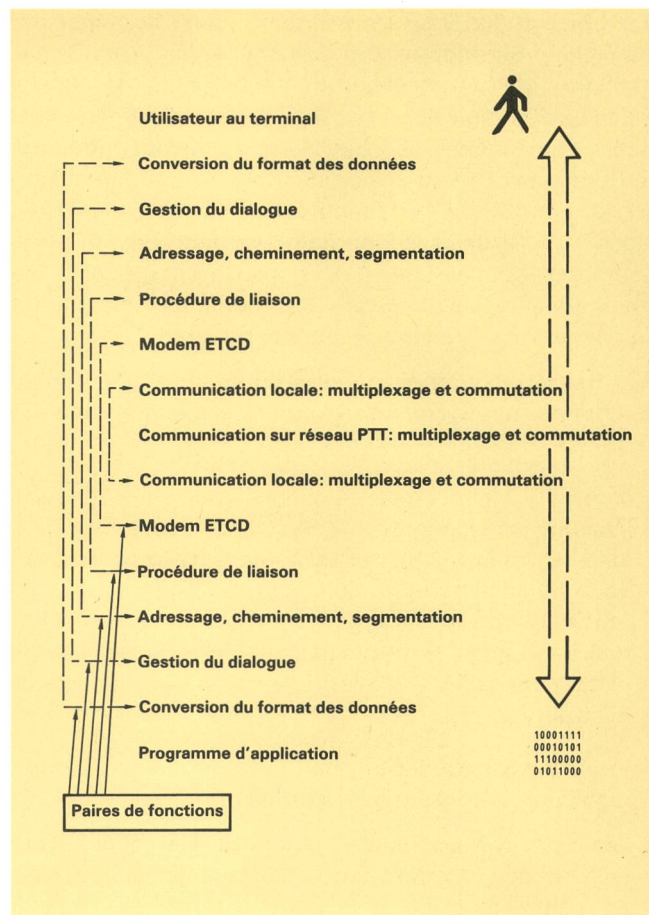


Fig. 1 Exemple de chemin d'accès entre un usager au terminal et un programme d'application dans un ordinateur

Tabelle I. Forderung an den Zugriffspfad eines Benützers zu einer Informatikressource

Forderung	Lösung
- Es muss eine physische Verbindung vorhanden sein	- PTT- oder private Verbindung
- Die Übertragung muss digital sein (bit)	- Modem - DCE
- Meldungen müssen zuverlässig ausgetauscht werden	- Leitungsprozeduren
- Die Übertragung muss wirtschaftlich sein (z. B. nur temporäre Benützung)	- Mehrpunktverbindungen - Multiplexierung - Leitungsvermittlung - Paketvermittlung
- Die Weglenkung muss auch bei Übertragungskanalstörungen sichergestellt sein	- Adressier- und Weglenkungstechnik (dynamisch)
- Anpassung der Pufferspeicher - Wiederholungsverhinderung von langen Meldungen	- Bildung von Blocks oder Segmenten (z. B. Unterteilung in «Pakete»)
- Anpassung zwischen effektiver und möglicher Übertragungsgeschwindigkeit	- Verwaltung der Pufferspeicher - Flusssteuerung
- Anpassung der Benutzeraktionen an die Art des Dialogs	- Steuerung der Transaktionen und Sitzungen
- Anpassung der Formate und der Codes - Benützersprache	- Konversion von Codes, Formaten und Datenstrukturen

Tableau I. Exigences posées pour le chemin d'accès de l'utilisateur à une ressource informatique

Exigence	Solution
- Un circuit physique doit être disponible	- Circuit PTT ou privé
- La transmission doit être numérique (bit)	- Modem - ETCD
- Les messages doivent être échangés avec fiabilité	- Procédures de liaison
- La transmission doit être économique (par ex. utilisation temporaire seulement)	- Liaison multipoints - Multiplexage - Commutation de circuits - Commutation par paquets
- L'acheminement doit être assuré également lors de perturbations sur les voies de communication	- Techniques d'adressage et d'acheminement (dynamiques)
- Adaptation des mémoires tampons - Evitement de la répétition de longs messages	- Blocage/segmentation (par ex. en «paquets»)
- Adaptation entre le débit réel et le débit potentiel	- Gestion des mémoires, tampons - Contrôle de flux
- Adaptation à la forme dialoguée des actions de l'utilisateur	- Gestion des transactions et sessions
- Adaptation des formats et codes - Langage de l'utilisateur	- Conversion de codes, formats et structures de données

Das Beispiel der Figur 1 entspricht jedoch nur einer der möglichen Strukturen. Die Struktur kann je nach gewähltem Realisierungskonzept variieren. In der Praxis weichen die angewendeten Strukturen von einem Hersteller zum andern ab. Die Normierungsbestrebungen verfolgen zwei Harmonisierungsziele: 1. die eigentliche Struktur und 2. die Aufteilung der Funktionen, die jedem Block der Struktur zugeordnet werden. So wird die Kompatibilität zwischen Funktionspaaren erreicht, die innerhalb eines heterogenen (Komponenten verschiedener Hersteller) Systems zusammenarbeiten.

Das Hauptziel, eine allgemeine Kompatibilität mit Hilfe von normierten Systemstrukturen zu erreichen, kann mit Teilzielen erweitert werden:

- eine klare Trennung der Funktionstypen sollte die Realisierung von komplexeren Systemen erleichtern
- eine sanfte Evolution der Systeme sollte möglich sein. Jede Funktionsgruppe sollte für die andern transparent sein. Eine Änderung in einer Gruppe, z. B. zur Berücksichtigung technologischer Fortschritte, dürfte nicht zwangsläufig Änderungen des Gesamtsystems nachziehen.

Eine ideale Strukturierung der Systemfunktionen muss verschiedene Anforderungen erfüllen:

- das System muss in genügend viele Elemente aufgeteilt werden, so dass jedes einzelne einfach zu verwirklichen ist
- die Anzahl Elemente darf nicht zu gross sein, um die Zahl der Schnittstellen und Protokolle zwischen den Elementen einzuschränken
- die Funktionsgruppen sind soweit möglich unabhängig voneinander zu gestalten, um Realisierung oder Änderungen zu erleichtern
- die Funktionen einer Gruppe sollen ein kohärentes Ganzes bilden, dessen Zusammensetzung logisch gerechtfertigt ist
- die gewählte Hierarchie für die Gruppierung der Funktionen sollte die natürlichen Abstraktionsstufen des Systems abbilden.

d'application. On peut reconnaître que les fonctions sont organisées par paires, la structure est hiérarchique et correspond à la structure en pelure d'oignon traitée dans [2]. Les paires de fonctions doivent collaborer en respectant un ensemble de conventions, c'est-à-dire en se pliant aux règles d'un protocole approprié.

L'exemple donné par la figure 1 ne correspond toutefois qu'à l'une des structures possibles qui peut varier selon le concept de réalisation choisi. En pratique, les structures appliquées divergent effectivement d'un constructeur à l'autre. L'effort de normalisation vise donc une harmonisation, premièrement de la structure elle-même et, secondement, de la répartition des fonctions attribuées à chaque bloc de la structure. La compatibilité pourrait ainsi être obtenue entre deux paires de fonctions collaborant dans un système hétérogène (c'est-à-dire comprenant des éléments provenant de divers fournisseurs).

L'objectif principal, c'est-à-dire l'obtention d'une compatibilité généralisée à l'aide de la normalisation des structures des systèmes, peut être complété par des objectifs partiels supplémentaires:

- Une séparation claire entre les types de fonctions devrait faciliter la réalisation de systèmes complexes.
- Une évolution douce des systèmes devrait être possible. Il serait souhaitable que chaque groupe de fonctions soit transparent pour les autres groupes. Un changement dans un groupe, par exemple en raison des progrès technologiques, ne devrait pas entraîner la modification de l'ensemble du système.

Une structuration idéale des fonctions d'un système doit répondre à plusieurs exigences:

- Le système doit être subdivisé en un nombre suffisant d'éléments pour que chacun d'eux soit aussi simple à réaliser que possible.
- Le nombre d'éléments ne doit pas être trop grand, pour que le nombre d'interfaces et de protocoles entre les éléments coopérant dans un système reste limité.

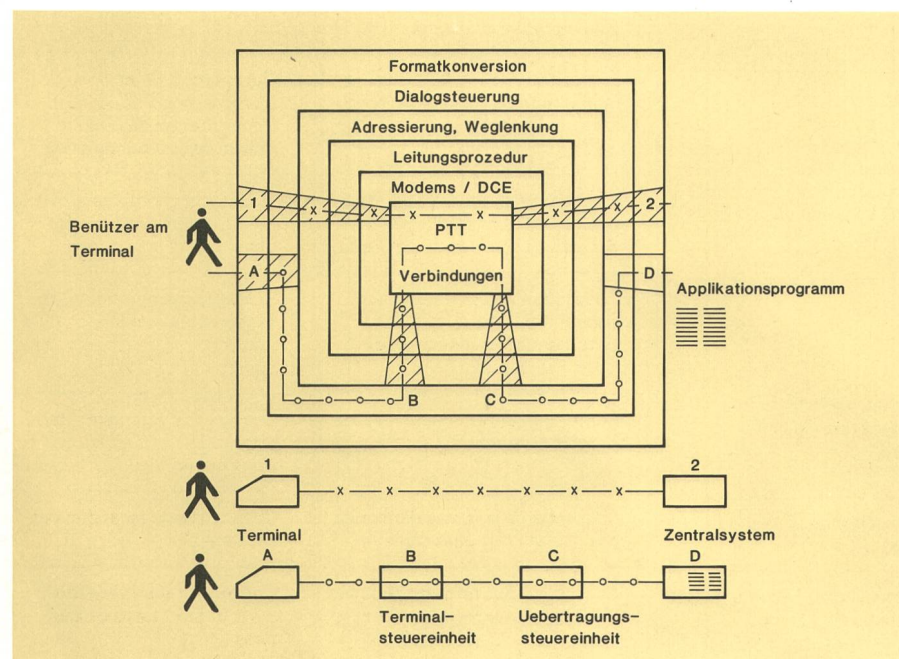


Fig. 2
Kompatibilitätsschwierigkeiten, wenn die Funktionspaare nicht gleich sind
 Sofern Hersteller von A \neq Hersteller von B \neq Hersteller von C \neq Hersteller von D:
 ⇒ ergeben sich Kompatibilitätsschwierigkeiten, da die Funktionspaare nicht gleich sind
 Die Normierung soll solche Situationen verhindern

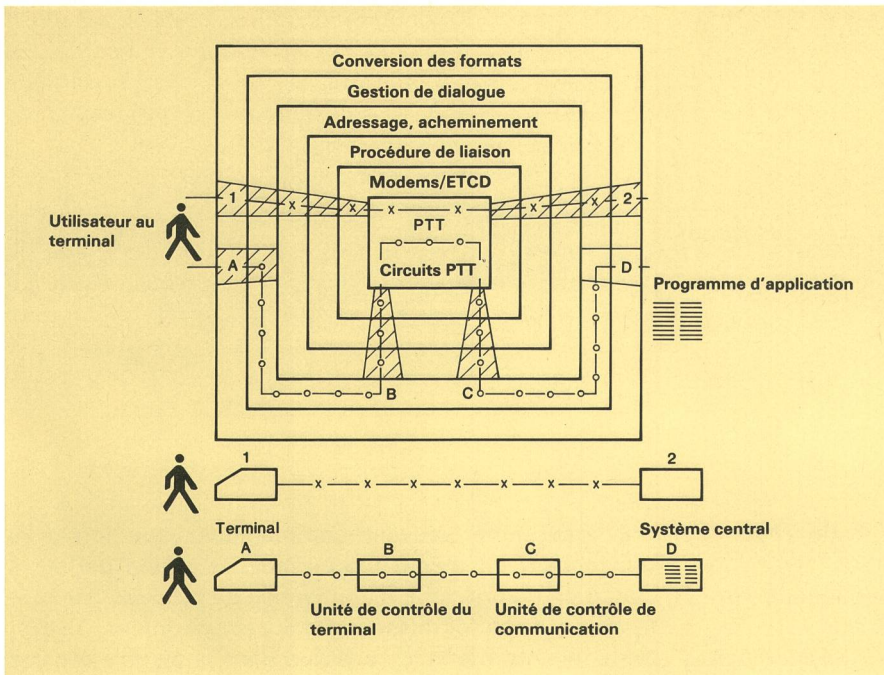


Fig. 2
Problèmes de compatibilité lorsque les paires de fonctions ne sont pas identiques
 Si le fournisseur de A \neq au fournisseur de B \neq fournisseur de C \neq au fournisseur de D:
 ⇒ Il existe des problèmes de compatibilité, car les paires de fonctions ne sont pas identiques
 La normalisation est à promouvoir pour éliminer cette situation

Es lässt sich leicht feststellen, dass sich diese Forderungen teilweise widersprechen und nicht zwangsläufig zur Definition einer idealen Struktur führen. Im Gegensatz führen sie de facto zu Kompromisslösungen. Die Definition des ISO-Referenzmodells konnte sich solchen Zwangsbedingungen nicht entziehen.

3 «Offene» und «geschlossene» Systeme

Jeder Hersteller von Informatikprodukten hat seine eigenen Regeln, Methoden und Techniken für die Teleinformatik entwickelt. Deshalb bestehen zwischen verschiedenen Systemen wesentliche Unterschiede bezüglich Datenformate und Protokolle (Fig. 2). Die DTE (Terminal und Rechner) können nur untereinander kommunizieren, wenn sie vom selben Hersteller stammen, und dies sogar manchmal nur bei Geräten der gleichen Produktfamilie. Unter diesen Bedingungen stellt ein Teletinformatiksystem in den meisten Fällen ein *geschlossenes System* dar, auf das Systeme anderer Typen nicht zugreifen können. Ein geschlossenes System ist üblicherweise ein *homogenes System* (Fig. 3).

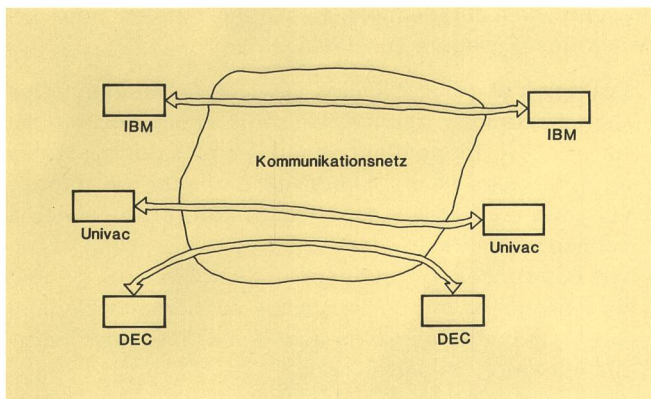


Fig. 3
Geschlossene Systeme

- Les groupes de fonctions doivent être aussi indépendants que possible les uns des autres pour que leur réalisation ou leur modification soit facilitée.
- Les fonctions constituant un groupe doivent former un ensemble cohérent dont l'assemblage soit logiquement justifié.
- La hiérarchie choisie pour le groupage des fonctions doit refléter les degrés d'abstraction habituels du système.

On se rend compte que ces exigences sont en partie contradictoires et qu'elles ne conduisent pas naturellement à la définition d'une structure idéale. Au contraire, elles exigent de facto une solution de compromis. La définition du modèle de référence de l'ISO n'a pu échapper complètement à ces contraintes.

3 Systèmes «ouverts» et «fermés»

Chaque constructeur de produits informatiques possède ses propres règles, méthodes et techniques en matière de téléinformatique. Des différences considérables existent ainsi entre les formats de données et les protocoles d'un système à l'autre (fig. 2). Les ETTD (terminaux et

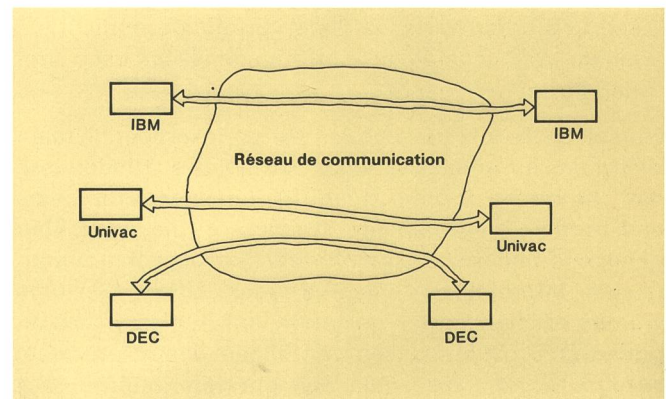


Fig. 3
Systèmes fermés

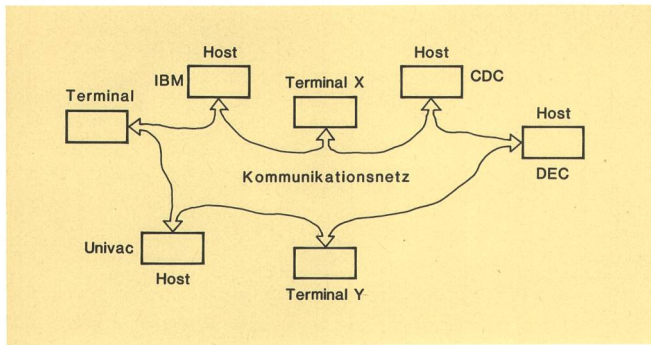


Fig. 4
Offenes System

Das Konzept des *offenen Systems* strebt die Zusammenschaltung von und die Kommunikation zwischen *heterogenen Systemen* an, deren Komponenten verschiedenen Ursprungs sind. Die ideale Version eines offenen Systems ist die Erreichung einer vollständigen Kompatibilität: jeder Benutzer ist in der Lage, mit jedem andern ans Transportnetz angeschlossenen Benutzer zu kommunizieren (Fig. 4).

Das Konzept des offenen Systems lässt sich über die einfache Zusammenschaltung von Komponenten verschiedener Hersteller ausweiten. Im Endzustand sollte ein offenes System nicht nur die quasi freie Wahl der zusammenzuschaltenden Ausrüstungen erlauben, sondern auch die Möglichkeit bieten, sozusagen irgendwelche Applikationsformen ins System aufzunehmen. Diese erweiterte Interpretation schliesst aus der Klasse der offenen Systeme solche aus, die aus heterogenen Komponenten bestehen, aber einer einzigen Applikation dienen. Darunter fallen Banknetze oder Platzreservationsysteme. Ein vollständig offenes System setzt die Eigenschaft voraus, jede Kategorie von verteilten Applikationen leicht integrieren zu können.

Aus ökonomischer Sicht bietet das Konzept des offenen Systems interessante Aussichten für folgende Benutzerkategorien:

- öffentliche Dienste und Gemeinden (Verwaltungen, Gesundheits- und Sozialwesen, Behörden usw.), die in vermehrter Masse von Informatiksystemen abhängen und deren Aktivitäten einen regen gegenseitigen Informationsaustausch zwischen allen Diensten erfordern
- Firmen, die innerhalb einer Unternehmergruppe wirken und deren wirtschaftlicher Erfolg wesentlich von einem leistungsfähigen Informationsaustausch mit den Partnern abhängt.

Für solche Benutzerkategorien stellen Inkompatibilitäten zwischen Informatiksystemen erhebliche Hindernisse dar. Die offene Systemstruktur ist besonders für kleine und mittlere Unternehmen interessant, die nicht über genügend finanzielle Mittel für den Einsatz von umfangreichen Informatiksystemen verfügen. Offene Systeme werden solchen Firmen gestatten, auf Applikationskategorien (z. B. Datenbanken von allgemeinem Interesse) zuzugreifen, die bis anhin den grossen Unternehmen vorbehalten waren. Letztere werden ebenfalls verbesserte Kommunikationsmöglichkeiten nützen, die ihren

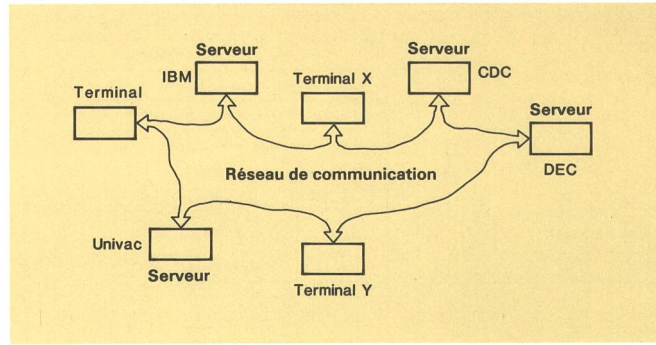


Fig. 4
Système ouvert

ordinateurs) ne peuvent communiquer que lorsqu'ils proviennent du même fournisseur, et même parfois à condition d'appartenir à une famille de produits bien déterminée de ce fournisseur. Dans ces conditions, un système téléinformatique constitue dans la plupart des cas un *système fermé* auquel des systèmes d'autres types ne peuvent pas accéder. Un système fermé est généralement aussi un système *homogène* (fig. 3).

Le concept du système *ouvert* vise à permettre l'interconnexion de systèmes *hétérogènes* et la communication entre eux, c'est-à-dire de systèmes dont les composants peuvent être de provenances diverses. La vision idéale d'un système ouvert est celle d'un système qui offrirait une compatibilité complète: chaque usager est en mesure de communiquer avec chacun des autres usagers interconnectés (fig. 4).

On peut étendre le concept des systèmes ouverts au-delà de la simple interconnexion de matériel provenant de plusieurs constructeurs. A la limite, un système ouvert devrait permettre non seulement le choix quasi arbitraire des équipements à interconnecter, mais aussi la possibilité d'implanter pratiquement n'importe quel type d'application dans le système. Cette interprétation exclut de la classe des systèmes ouverts ceux qui sont éventuellement constitués d'éléments hétérogènes, tout en étant réservés à un type d'application unique. On peut citer les réseaux bancaires ou les systèmes de réservation de places. La notion de système totalement ouvert implique qu'il possède les moyens permettant d'y intégrer facilement toute catégorie d'applications réparties.

Sur le plan économique, le concept de système ouvert présente des perspectives très intéressantes pour les catégories d'utilisateurs suivantes:

- Les services publics et les services communautaires (administrations, services de santé et sociaux, autorités, etc.), qui dépendent de plus en plus des systèmes informatiques et dont l'activité demande un intense échange d'informations de toute nature de service à service.
- Les entreprises exerçant une activité liée à un groupe de partenaires et dont le succès économique dépend pour une bonne part d'un échange efficace de l'information entre les partenaires.

Les incompatibilités entre systèmes informatiques constituent un obstacle évident pour les catégories sus-

Wirkungskreis erweitern. Andererseits erlaubt sogar ein pseudo-offenes System – d. h. ein für interne Benützung reserviertes System – die Rationalisierung und Optimierung der Kommunikation innerhalb des Unternehmens. Ein offenes System eliminiert die Inkompatibilitäten zwischen den Informatikrüstungen, die heute kaum zu vermeiden sind, sobald eine Organisation eine bestimmte Grösse überschreitet.

In diesem Zusammenhang kann bemerkt werden, dass eine aus technischer Sicht offene Struktur nicht zwingend zu einer offenen Struktur auf der Applikations-ebene führt. Gewisse Anwendungen müssen aus der Sicht des Benützers geschlossen bleiben können, z. B. aus Gründen der Sicherheit, der Vertraulichkeit (Datenschutz). Dazu kann der Öffnungsgrad vom Anwenderkreis abhängig sein. Eine universelle Zugriffsmöglichkeit wird potentiell vorhanden sein, jedoch nicht von allen Benützern sinnvoll ausgeschöpft. Diese Situation ist ähnlich jener im öffentlichen Telefondienst, der ein typischer offener Dienst darstellt. Ein Telefonbenutzer verkehrt mit einem mehr oder weniger beschränkten Kreis von «sinnvollen» Partnern aus der Fülle der möglichen Partner. Ausserdem kann jeder Benützer einen Anruf nach Gutdünken abweisen oder eine Verbindung verweigern, wenn diese ihm ungelegen kommt oder nicht zulässig ist.

4 Emulation: eine ad-hoc-Lösung des Kompatibilitätsproblems

Zur Lösung des Kompatibilitätsproblems zwischen heterogenen Systemen wurden Möglichkeiten gefunden, bevor man an die Normierung der Zusammenschaltung ging. Eine Möglichkeit für die Zusammenschaltung zweier oder mehrerer heterogener Komponenten besteht darin, die Technik eines der Hersteller als Referenz zu nehmen und die andern Ausrüstungen entsprechend anzupassen. Dieses Verfahren wird *Emulation* genannt. Es gestattet die Verwirklichung von ad-hoc-Systemen für besondere Fälle, und dies vermutlich noch für lange Zeit (Fig. 5).

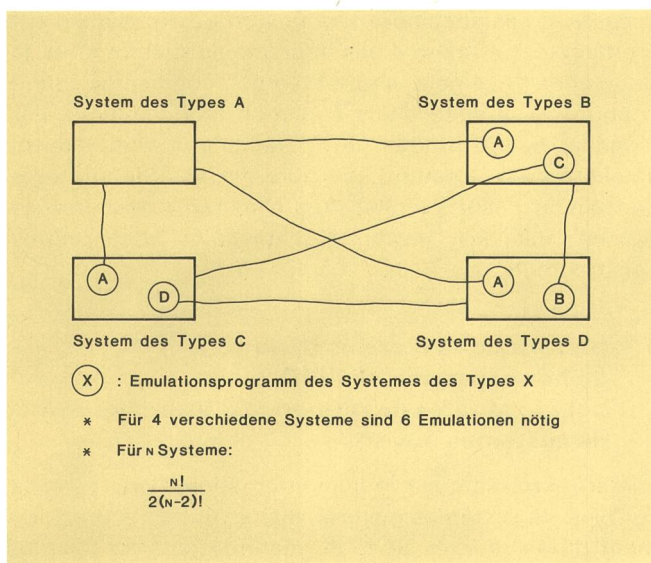


Fig. 5
Zusammenschaltung heterogener Systeme mit Hilfe von Emulationstechniken

mentionnées. Une structure ouverte est particulièrement intéressante pour les petites et moyennes entreprises pour lesquelles les charges financières excluent la mise en œuvre de moyens informatiques importants. L'ouverture leur permettra d'accéder à des catégories d'applications (par exemple des banques de données d'usage général) réservées jusqu'ici aux grandes entreprises. Ces dernières profiteront également de ces possibilités de communication facilitées qui élargiront leur sphère d'activité. D'autre part, même un système pseudo-ouvert, c'est-à-dire réservé à l'usage interne, permettra une rationalisation et une optimisation des communications au sein de l'entreprise. Il éliminera les incompatibilités quasiment inévitables qui existent à l'heure actuelle entre les matériels informatiques d'une organisation d'une certaine importance.

On peut remarquer dans ce contexte qu'une structure ouverte du point de vue technique n'implique pas automatiquement une structure ouverte au niveau des applications. Il est souhaitable que certaines applications restent fermées, vues de l'utilisateur, par exemple pour des raisons de sécurité ou de confidentialité (protection des données). D'autre part, le degré d'ouverture sera relatif à la nature du cercle des usagers concernés. La potentialité d'accès universelle existera, mais elle ne pourra pas être exploitée utilement par tous les usagers. On retrouve la même situation que pour le service téléphonique public qui est un service de télécommunication typiquement ouvert. Un usager du téléphone a généralement un cercle plus ou moins restreint de correspondants «utiles» parmi tous les correspondants potentiels. En outre, chaque usager peut refuser un appel si cela lui semble opportun ou renoncer à la communication si elle ne lui semble pas utile ou autorisée.

4 Emulation: une solution ad hoc au problème de la compatibilité

Le problème de la compatibilité entre systèmes hétérogènes a trouvé quelques solutions avant que l'on parle de normalisation en matière d'interconnexion. Si l'on

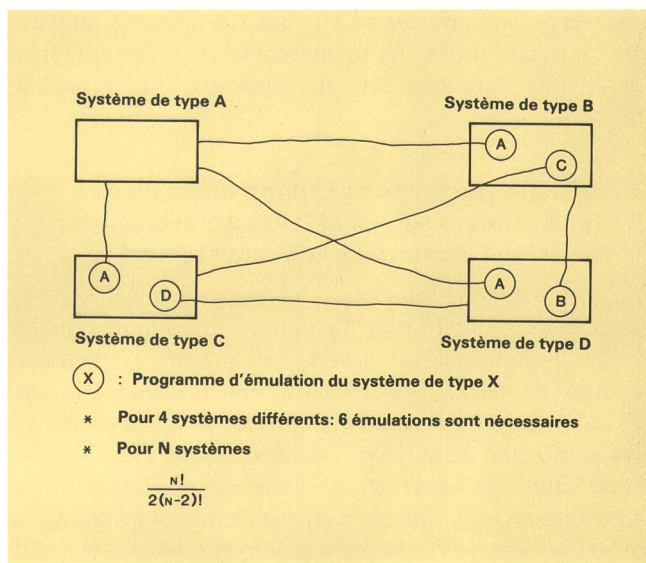


Fig. 5
Interconnexion de systèmes hétérogènes par techniques d'émulation

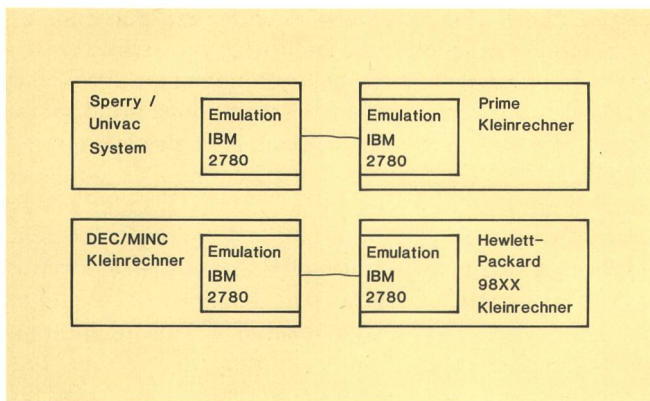


Fig. 6
Zusammenschaltbeispiele heterogener Systeme mit Hilfe der Emulation des Produktes eines Dritten

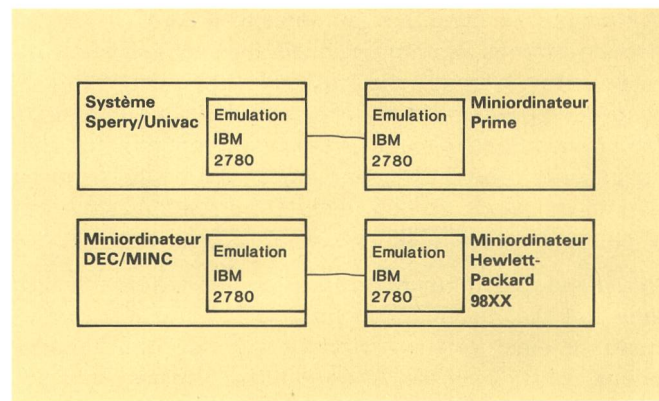


Fig. 6
Exemples d'interconnexion de systèmes hétérogènes par l'intermédiaire de l'émulation d'un produit tiers

Der grosse Anteil der IBM-Produkte am Informatikmarkt zwingt in vielen Fällen zur Zusammenschaltung von IBM-Ausrüstungen mit solchen anderer Hersteller. Daraus folgt, dass die IBM-spezifischen Kommunikationsprotokolle eine «de facto-Norm» darstellen. Insbesondere sind die Leitungsprozeduren BSC und SDLC und die Steuerprotokolle der Terminals 2780/3780 (Stapelverarbeitungsterminals) sowie 3270 (dialogfähige Bildschirmterminals) zu erwähnen. Es kann sogar vorkommen, dass der Einsatz von IBM-Protokollen die rationellste Sofortlösung für die Zusammenschaltung von Nicht-IBM-Systemen darstellt! Die *Figur 6* zeigt zwei praktische Fälle, die bei Systemen der schweizerischen PTT betrieben werden.

Die Benützung einer herstellereigenen Lösung als allgemeine Norm ist jedoch nicht befriedigend, sofern diese Spezifikationen nicht offiziell zur allgemeinen Norm erhoben werden.

Die betroffene Firma kann zu jeder Zeit ihre Spezifikationen ändern und damit die durch Emulation erreichte Kompatibilität gefährden, dies beispielsweise als Folge einer technischen Entwicklung, die zu einer Ergänzung oder Verbesserung des Referenzproduktes führt. Ein anderer Änderungsgrund kann in einer rein marktstrategischen Entscheidung liegen, mit der Absicht, die Konkurrenz, die durch die Emulationsprodukte der anderen Hersteller entstanden ist, zu reduzieren oder auszuschalten.

5 Geschichtliche Entwicklung und Stand der Normierung von ISO am Referenzmodell für offene Kommunikationssysteme

Das auf internationaler Ebene wachsende Interesse für den Aufbau von offenen Systemen, das hauptsächlich auf die Fortschritte der verteilten Verarbeitung (distributed data processing) zurückzuführen ist, bewegte die ISO, die damit zusammenhängenden Fragen näher zu studieren. Eine besondere Arbeitsgruppe (TC97/SC16) wurde gebildet und erhielt den Auftrag, ein Referenzmodell vorzubereiten, das die Kommunikationsbeziehungen zwischen zwei Informatiksystemen auf universelle Art beschreibt. Dieses Modell soll für alle Hersteller anwendbar sein. Es definiert eine Funktionsarchitektur mit folgenden Zielen:

veut interconnecter un ou plusieurs composants hétérogènes, une solution consiste à adopter les techniques d'un constructeur en tant que référence et à adapter les autres équipements en conséquence. On nomme cette technique *émulation*. Elle permettra vraisemblablement longtemps encore la réalisation de systèmes ad hoc pour des cas particuliers (*fig. 5*).

Du fait de la position prépondérante de la maison IBM sur le marché de l'informatique, il est nécessaire, dans de nombreux cas, d'interconnecter des équipements IBM avec des équipements d'autres constructeurs. Il en est résulté que les protocoles de communication spécifiques à IBM ont reçu de facto un statut de protocoles quasiment normalisés. On peut citer tout particulièrement les protocoles de liaison BSC et SDLC et les protocoles de commande des terminaux 2780/3780 (terminaux de traitement par lots) et 3270 (terminaux conversationnels à écran). Il peut même arriver que l'utilisation de protocoles IBM soit la solution ad hoc la plus rationnelle pour interconnecter des équipements non IBM! La *figure 6* illustre deux cas pratiques utilisés pour des systèmes des PTT suisses.

L'application d'une solution spécifique à un constructeur, comme standard général, n'est toutefois pas satisfaisante si ces spécifications ne sont pas officiellement promulguées au rang d'une véritable norme. En effet, la firme concernée peut, en tout temps, modifier les spécifications, à la suite d'une évolution technologique demandant que le produit de référence soit complété ou amélioré ou à la suite d'une pure décision de stratégie du marché visant à limiter ou à éliminer la concurrence causée par les produits d'émulation des autres constructeurs.

5 Historique et état des travaux de normalisation de l'ISO pour le modèle de référence d'interconnexion de systèmes ouverts

L'intérêt croissant sur le plan international pour la mise sur pied de systèmes ouverts, intérêt qui est principalement dû au progrès de l'informatique répartie (distributed data processing), a poussé l'ISO à étudier la question de manière approfondie. Un groupe de travail spécialisé (TC 97/SC 16) a été fondé, l'objectif visé étant la

- Vereinfachen (oder später eliminieren) der Probleme, die durch die Zusammenschaltung und Zusammenarbeit von Systemen verschiedener Typen entstehen
- Fördern einer kontinuierlichen Kompatibilität bei Änderungen von Teilen eines Systems oder bei Einführung von neuen Subsystemen. Die Subsysteme sind mit Hilfe normierter Schnittstellen voneinander zu entkoppeln. Der Ersatz eines Subsystems sollte keinen störenden Einfluss auf den Rest des Systems haben
- Fördern der Entwicklung verteilter Verarbeitungssysteme (distributed processing). Die im Modell vorgeschlagene Architektur soll erlauben, mit wohlstrukturierten, logischen Funktionen und klar definierten Schnittstellen die Ressourcen zwischen den verschiedenen Komponenten eines Informatiknetzes flexibel zu verteilen
- Unabhängigmachen des Informationsaustausches vom benützten Kommunikationsmedium. Die Darstellungsart der Information sollte unabhängig sein vom Transportverfahren (im Extremfall würde kein Unterschied bestehen zwischen einem Transport mit Fernmeldemitteln und einem körperlichen Transport).

Die Normenvorbereitung für die offene Kommunikation ruft nach einer engen Zusammenarbeit zwischen drei beteiligten Interessengruppen:

- a) den Benützern, damit die konkreten Applikationsaspekte gebührend berücksichtigt werden
- b) den Herstellern, die die Schnittstellen, die Protokolle und die Steuersprachen in ihren Ausrüstungen und Systemen in die Tat umsetzen müssen
- c) den PTT-Betrieben und Fernmeldegesellschaften, als Betreiber der öffentlichen Datentransportdienste.

Aus b) und c) resultiert, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen ISO und CCITT bestehen muss und die Verteilung der Aufgaben klar zu definieren ist, um jegliche Doppelspurigkeit oder Verschiedenheit zu vermeiden. Diese Bedingung konnte bis anhin einigermaßen eingehalten werden.

Bestimmte Verschiedenheiten bestehen jedoch. Sie entstanden in erster Linie aus der individuellen Inangriffnahme der Arbeiten bei CCITT und ISO. Dies war besonders der Fall, bevor das Referenzmodell von beiden Normierungsgremien verabschiedet worden war.

Als Mitglieder der ISO-Arbeitsgruppe TC97/SC16 nehmen direkt oder indirekt teil:

- alle grossen Hersteller (IBM, CDC, Honeywell, DEC, Sperry-Univac, Hewlett-Packard, um nur einige zu erwähnen)
- grosse Benutzerorganisationen (z. B. das US-Verteidigungsministerium)
- nationale Normierungsorganisationen (ECMA in Europa, ANSI in den USA, BSI in Grossbritannien, DIN in der Bundesrepublik Deutschland, AFNOR in Frankreich usw.).

Die ersten konsolidierten Resultate der Arbeitsgruppe TC97/SC16 wurden 1979 als Arbeitsdokument veröffentlicht. Nach Revision erhielt es den Status eines Normenentwurfs (draft proposal) im Dezember 1980 (draft proposal ISO DP 7498: data processing – open systems interconnection – basic reference model).

préparation d'un modèle de référence permettant de définir de manière universelle les relations de communication entre deux systèmes informatiques. Ce modèle doit être applicable par tous les constructeurs. Il doit définir une architecture de fonctions atteignant les buts suivants:

- Simplifier (ou finalement éliminer) les problèmes posés par l'interconnexion et la coopération de systèmes de types différents.
- Promouvoir une continuité de la compatibilité lors de la modification d'une partie d'un système ou de l'introduction de nouveaux sous-systèmes. Les sous-systèmes doivent pouvoir être découplés les uns par rapport aux autres grâce à des interfaces normalisées. Le remplacement d'un sous-système ne devrait pas avoir d'influence perturbatrice sur le reste du système.
- Promouvoir la conception de systèmes à traitement réparti (distributed processing). L'architecture proposée par le modèle doit permettre, par la mise à disposition de fonctions logiques harmonieusement structurées et d'interfaces clairement définies, une répartition souple des ressources entre les différents composants d'un système informatique.
- Rendre l'échange d'informations indépendant du média de communication utilisé. La forme de représentation de l'information ne devrait pas dépendre du mode de transport (à la limite, il n'existerait pas pour l'application de différence entre un transport par des moyens de télécommunication et un transport physique).

L'élaboration de normes pour les «systèmes ouverts» demande une étroite coopération entre trois groupes d'intéressés:

- a) Les utilisateurs, afin que les aspects liés aux applications concrètes soient suffisamment pris en considération.
- b) Les constructeurs, qui devront réaliser les interfaces, les protocoles et les langages de commande dans leurs équipements et systèmes.
- c) Les PTT et organismes de télécommunication, en tant que fournisseurs de services publics de transport de données.

Il résulte de b) et de c) qu'une collaboration étroite doit exister entre l'ISO et le CCITT, et que la répartition des tâches doit être clairement définie, pour que toute redondance ou divergence soit évitée. Cette condition a pu être respectée jusqu'ici.

Certaines divergences existent néanmoins et sont dues à la mise en œuvre individuelle des travaux à l'ISO et au CCITT, avant même que le principe de la définition d'un modèle de référence ait été reconnu conjointement par les deux organismes.

Le groupe de travail ISO TC97/SC16, auquel participent directement ou indirectement

- tous les grands constructeurs (IBM, CDC, Honeywell, DEC, Sperry-Univac, Hewlett-Packard, pour n'en citer que quelques-uns),
- de grandes organisations d'utilisateurs, telles que le ministère de la défense aux Etats-Unis, ainsi que
- les organismes nationaux de normalisation (ECMA en Europe, ANSI aux USA, BSI en Grande-Bretagne, DIN

Um den abschliessenden Normenstatus (IS – international standard) zu erreichen, muss ein Vorschlag zuerst von den andern beteiligten ISO-Arbeitsgruppen genehmigt werden. Anschliessend wird der Entwurf für die endgültige Verabschiedung in der Form eines DIS-Dokumentes (draft international standard) in Zirkulation gesetzt. Die beschriebene Prozedur kann mehrere Jahre dauern. Die Erfahrungen mit den Normierungsprojekten der ISO zeigen, dass der Übergang vom DIS zum IS im allgemeinen keinen wesentlichen Änderungen unterworfen ist. Schon ein DIS-Dokument wird von der Industrie als Arbeitsunterlage anerkannt.

Das Modell stellte also bereits von 1980 an eine wichtige Arbeitsbasis für alle Teleinformatiker dar.

Das ISO-Referenzmodell konnte 1983, nach Abschluss der internationalen Abstimmungen als Internationaler Standard unter der Bezeichnung IS 7498 verabschiedet werden. Parallel dazu wurde das Modell vom CCITT ebenfalls 1984 als Empfehlung X.200 angenommen.

6 Die Hauptprinzipien des ISO-Referenzmodells

Das Referenzmodell für die Zusammenschaltung von offenen Systemen – in der Folge OSI/RM genannt – definiert eine Architektur von Funktionen und Protokollen für das Zusammenwirken von Applikationsprozessen (AP), die in selbständigen Systemen eingebettet sind.

Wenn zwei AP kommunizieren wollen, muss zwischen ihnen eine logische Verknüpfung über ein oder über mehrere Kommunikationsnetze hergestellt werden. Nach Erstellen tauschen die AP die Information gemäss den OSI-Protokollen aus. Das Endziel des OSI/RM ist ein zuverlässiger Informationsaustausch zwischen Applikationsprozessen, die in irgendeinem der Systeme, das die Regeln und die Vereinbarungen des Modells befolgt, enthalten sind.

Das Modell basiert auf dem allseits akzeptierten Prinzip der hierarchischen Schichtenstruktur, das in [2] erläutert wurde.

Die Gesamtstruktur eines komplexen Systems wird in eine bestimmte Anzahl unabhängige Funktionsschichten aufgeteilt, das OSI/RM legt das Hauptgewicht auf die Definition der Protokolle zwischen den Komponenten, die derselben hierarchischen Schichtstufe angehören. Die Definition der Schnittstellen zwischen den Schichten innerhalb einer Komponente wird vorläufig den Herstellern überlassen. Damit ist eine Optimierung der Schnittstellenauslegung möglich, und zwar unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Geräte, in denen die Hersteller sie integrieren wollen. Die Schnittstellen sind wesentlich stärker den Randbedingungen der internen Realisierung und den verfügbaren Mitteln unterworfen als die Protokolle. Diese können voll virtuell definiert werden, d. h. unabhängig von der benützten Hard- und Software.

Die Definition einer bestimmten Struktur kann zu verschiedenen Lösungen führen. Von denselben Basisüberlegungen ausgehend, können sehr verschiedene Lösungen entstehen. Beweise dazu sind die Netzwerkarchitekturen wie DNA von DEC oder SNA von IBM, die vor der Definition des OSI/RM spezifiziert worden sind.

en République fédérale d'Allemagne, AFNOR en France, etc.),

a réuni les premiers résultats consolidés de ses activités dans un document de travail publié en 1979 (documents ISO TC97/SC16).

Le document a été révisé et a reçu le statut d'«ébauche de norme» (draft proposal) au mois de décembre 1980 (draft proposal ISO DP 7498: data processing – open systems interconnection – basic reference model).

Pour qu'elle obtienne le statut d'une norme véritable (IS = international standard), une proposition doit d'abord être approuvée par les autres groupes de travail concernés de l'ISO. Ensuite, elle est mise en circulation pour la procédure d'approbation finale sous la forme d'un document DIS (draft international standard). La procédure décrite peut prendre plusieurs années. On constate toutefois que le modèle de référence a déjà rencontré un écho très favorable dans les milieux de la téléinformatique. En outre, les expériences faites avec d'autres projets de normes de l'ISO montrent que le passage de l'état DIS à l'état IS n'entraîne généralement pas de modifications substantielles. Un document DIS est déjà utilisé dans l'industrie en tant que base de travail.

Le modèle en gestion constitue donc, depuis 1980 déjà, une base de travail importante pour tous les téléinformaticiens.

Le modèle de référence ISO a été approuvé en 1983 en tant que norme, à l'achèvement d'une consultation internationale, sous la désignation IS 7498. Parallèlement, le modèle a également été adopté par le CCITT en 1984 en tant que Recommandation X.200.

6 Principes fondamentaux du modèle de référence de l'ISO

Le modèle de référence pour l'interconnexion de systèmes ouverts (appelé par la suite OSI/RM) définit une architecture de fonctions et de protocoles pour la coopération de processus d'application (AP) situés dans des systèmes indépendants.

Si deux AP veulent communiquer, une association logique doit être créée entre eux à travers un ou plusieurs réseaux de communication. Dès qu'elle est établie, les AP échangent les informations conformément aux protocoles OSI. Le but final de l'OSI/RM est de permettre un échange d'informations fiable entre AP situés dans n'importe quel système respectant les règles et conventions du modèle.

Le modèle est basé sur le principe largement accepté de la structure hiérarchique par niveaux ou par couches, qui a été expliqué dans [2].

La structure globale d'un système complexe est subdivisée en un certain nombre de couches fonctionnelles indépendantes. L'OSI/RM met l'accent sur la définition des protocoles entre les composants appartenant à la même couche. Les interfaces entre les couches dans un même composant sont laissées pour l'instant à l'appréciation des constructeurs. Cela permettra de les optimiser, compte tenu des caractéristiques des équipements dans lesquelles les constructeurs veulent les intégrer.

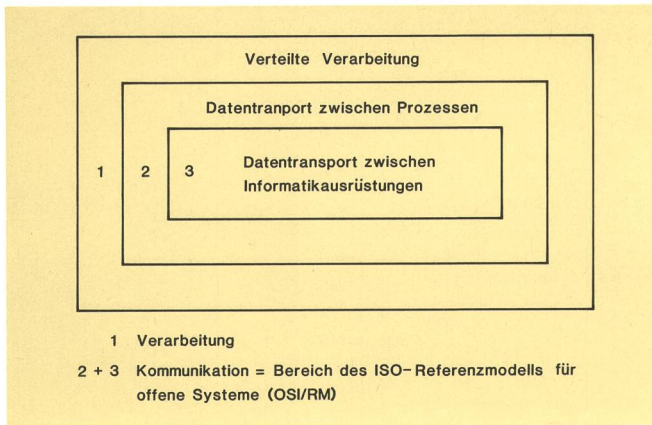


Fig. 7
Aufteilung in Hauptschichten der Funktionen eines Teleinformatiksystems mit verteilter Verarbeitung

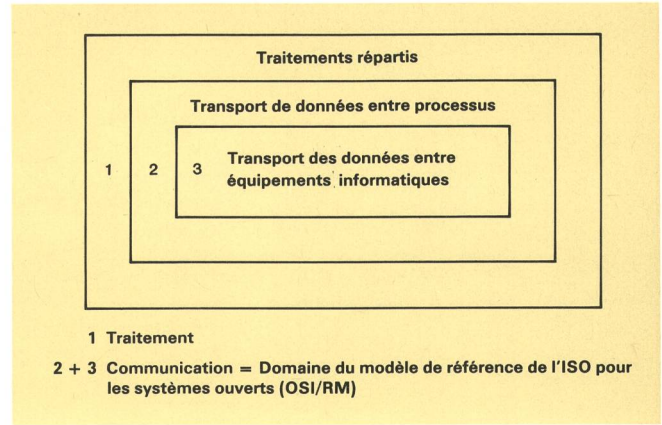


Fig. 7
Distinction des couches fondamentales de fonctions d'un système téléinformatique à traitement réparti

Eine erste Ausscheidung zwischen den Funktionen kann zu einer Systemstruktur führen, die aus drei Grundschichten besteht:

- verteilte Verarbeitung
- Datentransport zwischen Prozessen
- Datentransport zwischen Ausrüstungen (Fig. 7).

Für das OSI/RM wurden sieben logische Schichten definiert, um die Funktionen der letzten zwei inneren Schichten der vorstehenden Dreigliederung zu verwirklichen. In der Tat berücksichtigt das Modell nur die Kommunikation zwischen den Applikationsprozessen (AP). Es berührt die eigentlichen Applikationsfunktionen nicht.

Die von den sieben Schichten geleisteten Dienste (Fig. 8) können in zwei Hauptgruppen unterteilt werden:

- a) die *Zugriffsdienste* (access services); sie werden von den drei oberen Schichten erbracht:

Les interfaces sont nettement plus soumises aux contraintes de la réalisation interne et des moyens disponibles que les protocoles, qui peuvent être définis de manière entièrement virtuelle, donc indépendante du matériel et du logiciel utilisé.

La définition d'une structure déterminée peut conduire à diverses solutions. En partant des mêmes idées de base, on peut arriver à des solutions très différentes. Les architectures existantes de réseaux informatiques (telles DNA de DEC ou SNA d'IBM) en sont la preuve, du fait qu'elles ont été spécifiées avant la définition OSI/RM.

Dans une première distinction entre fonctions, on peut se limiter à structurer un système en trois couches fondamentales:

- les traitements répartis
- le transport des données entre processus
- le transport des données entre équipements informatiques (fig. 7).

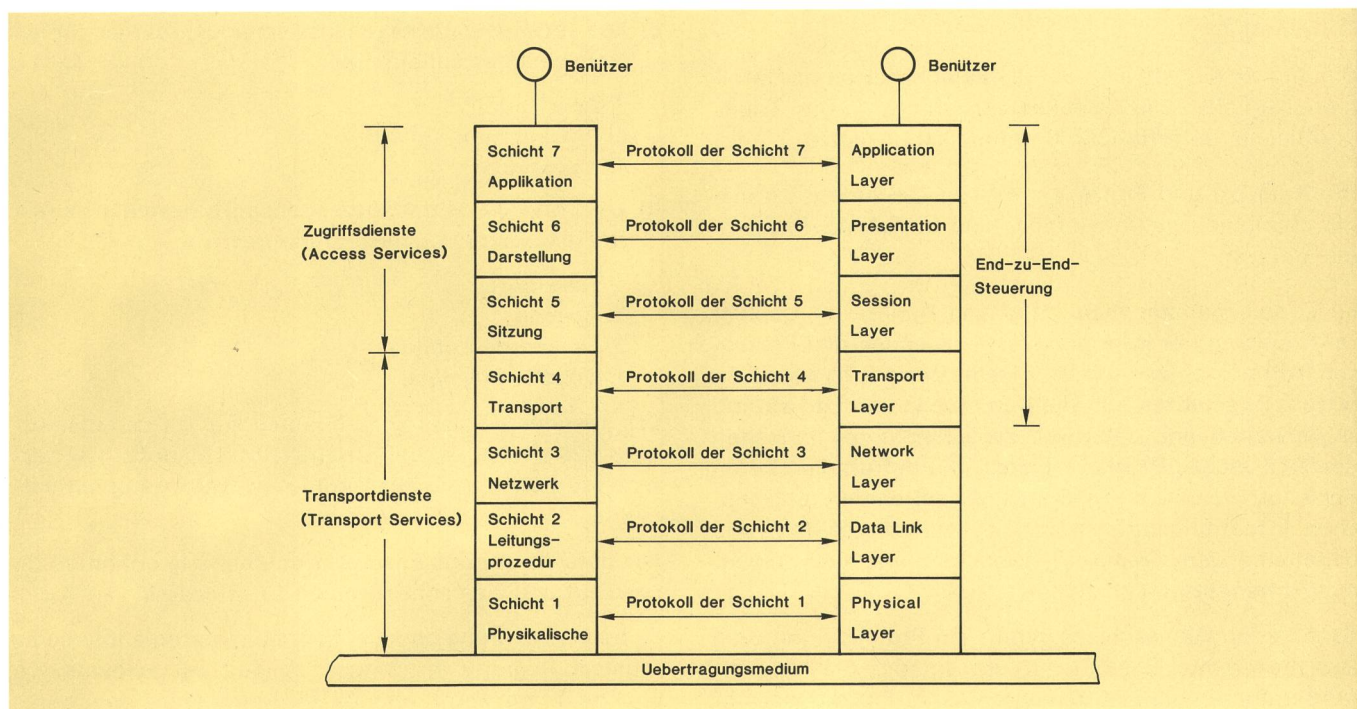


Fig. 8
Die sieben Schichten oder Ebenen des ISO-Referenzmodells für offene Systeme (OSI/RM der ISO)

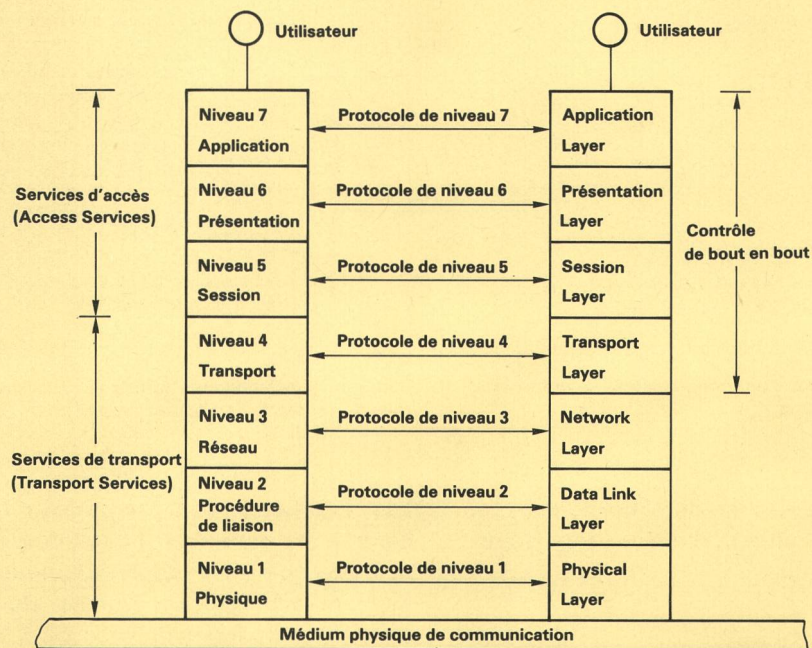


Fig. 8
Les sept couches, ou niveaux, du modèle de référence de l'ISO pour les systèmes ouverts (OSI/RM)

- 7: Applikation
- 6: Darstellung (Präsentation)
- 5: Sitzung (Session)
- b) die *Transportdienste* (transport services); sie werden von den vier unteren Schichten geleistet:
 - 4: Transport
 - 3: Netzwerk (auch Vermittlung genannt)
 - 2: Leitungsabschnitt (link, auch Sicherung genannt)
 - 1: physikalische Schicht (auch Bitübertragung genannt)

Die Zugriffsdienste sind auf die Eigenschaften der Informationsquellen und -senken ausgerichtet. Die Transportdienste betreffen die Kommunikationsnetze.

Die Kriterien und Prinzipien, die zur Definition von sieben Schichten geführt haben, sind in *Tabelle II* zusammengefasst.

Es ist selbstverständlich, dass eine Applikationsschicht zur Regelung der Kommunikation zwischen den Prozessen (AP) bestehen muss. Die Transportschicht wurde ihrerseits geschaffen, um die Kommunikation End-zu-End zu verwalten und dabei die Zwischenknoten zwischen den DTE (oder AP) zu maskieren. Sie befreit die oberen Schichten von allen Problemen, die durch den tatsächlichen Informationstransport aufgeworfen werden, und bildet eine klare Trennstelle zwischen netz- und anwendungsorientierten Funktionen.

Zu jeder Funktionsschicht gehört ein Protokoll, mit dem eine bestimmte Schicht mit der entsprechenden entfernten Partnerschicht verkehren kann. Für die vier höheren Schichten findet die Kommunikation direkt End-zu-End zwischen den Benutzerpaaren statt.

Dans le cas de l'OSI/RM, sept couches logiques ont été définies pour la réalisation des fonctions demandées par les deux dernières couches internes énumérées ci-dessus. Le modèle ne concerne en effet que la communication entre les processus d'application (AP). Il ne touche pas les fonctions de l'application elle-même.

Les services fournis par les sept couches (*fig. 8*) peuvent être partagés en deux groupes principaux:

- a) Les *services d'accès* (access services) fournis par les trois couches supérieures:
 - 7: Application
 - 6: Présentation
 - 5: Session
- b) Les *services de transport* (transport services) fournis par les quatre couches inférieures:
 - 4: Transport
 - 3: Réseau
 - 2: Liaison de données
 - 1: Couche physique

Les services d'accès sont orientés sur les caractéristiques des sources et collecteurs d'informations. Les services de transport concernent les réseaux de communication.

Les critères et principes ayant conduit à la définition de ces sept couches sont résumés au *tableau II*.

La nécessité d'une couche d'application réglant la communication entre les processus (AP) est évidente. La couche de transport, quant à elle, a été créée pour gérer la communication de bout en bout et pour masquer la présence de nœuds de communication intermédiaires

Tabelle II. Prinzipien, die der Strukturierung in sieben Schichten beim ISO-Referenzmodell zur Zusammenschaltung offener Systeme (OSI/RM) zugrunde lagen

<p>P1: Begrenzen der Anzahl Schichten zur Erleichterung der technischen Realisierung</p> <p>P2: Bilden von Trennstellen zwischen Schichten dort, wo die Beschreibung der Dienste einfach ist und die Interaktionen zwischen den Schichten minimal sind</p> <p>P3: Schaffen von getrennten Schichten für sehr unterschiedliche Funktionen aus technischer und logischer Sicht</p> <p>P4: Zusammenfassen von ähnlichen Funktionen in der gleichen Schicht</p> <p>P5: Bilden von Trennstellen unter Berücksichtigung der Erfahrungen bei bereits realisierten Systemen</p> <p>P6: Spezifizieren einer Schicht derart, dass sie leicht und vollständig geändert werden kann, ohne die Dienste anderer Schichten und Schnittstellen zu beeinflussen, um zukünftige technische Entwicklungen zu berücksichtigen (Architektur, Hard- und Software)</p> <p>P7: Schaffen von Trennstellen dort, wo sich die Normierung einer Schnittstelle für die Zukunft abzeichnet</p> <p>P8: Bilden einer Schicht dort, wo ein Bedürfnis besteht, nach Abstraktionsgraden in der Datenbehandlung zu trennen (Format, Syntax, Semantik)</p> <p>P9: Modifikationen in Funktionen oder Protokollen innerhalb einer Schicht ermöglichen, ohne die anderen zu berühren</p> <p>P10: Bilden von Schnittstellen bei jeder Schicht nur mit den direkt benachbarten unteren und oberen</p> <p>P11: Ermöglichen von Unterteilungen innerhalb einer Schicht zur Bildung von Zwischenschichten, wenn unterschiedliche Kommunikationsdienste dies verlangen</p> <p>P12: Ausrüsten der Zwischenschichten mit wenigstens einem Minimum von gemeinsamen Funktionen, um Operationen an Schnittstellen zwischen den benachbarten Hauptschichten zu ermöglichen</p> <p>P13: Kurzschliessen von Zwischenschichten ermöglichen</p>	
Beziehungen zwischen den im OSI-Modell definierten Schichten und den obigen Prinzipien	Hauptsächlich zu berücksichtigende Prinzipien
<p>7: Applikation</p> <p>6: Darstellung</p> <p>5: Sitzung</p> <p>4: Transport</p> <p>3: Netzwerk</p> <p>2: Leitung (Link)</p> <p>1: Physikalisch</p>	<p>P3, P4</p> <p>P3, P4</p> <p>P3, P5, P7</p> <p>P3, P5, P8</p> <p>P3, P5, P8</p>

Tableau II. Principes ayant servi à la structuration en sept couches du modèle ISO pour l'interconnexion de systèmes ouverts (OSI/RM)

<p>P1: Limiter le nombre des couches pour faciliter la réalisation technique</p> <p>P2: Créer la frontière entre couches là où la description des services peut être simple et les interactions entre couches sont minimales</p> <p>P3: Créer des couches séparées pour les fonctions très différentes du point de vue logique ou technologique</p> <p>P4: Rassembler les fonctions similaires dans une même couche</p> <p>P5: Créer les frontières en se basant sur les expériences positives faites dans le passé avec des systèmes réels</p> <p>P6: Définir une couche de manière qu'elle puisse facilement être entièrement remodelée sans devoir influencer les services et interfaces des autres couches, ceci pour pouvoir tenir compte des progrès technologiques futurs (architecture, matériel, logiciel)</p> <p>P7: Créer une frontière là où la normalisation d'une interface pourrait se révéler adéquate par la suite</p> <p>P8: Créer une couche là où il y a un besoin de séparer les degrés d'abstraction dans la manipulation des données (formats, syntaxe, sémantique)</p> <p>P9: Rendre possible les modifications de fonctions ou de protocoles à l'intérieur d'une couche sans toucher aux autres couches</p> <p>P10: Créer pour chaque couche des interfaces avec les seules couches inférieures et supérieures directement adjacentes</p> <p>P11: Autoriser une subdivision à l'intérieur d'une couche pour créer des couches intermédiaires lorsque des services distincts de communication le demandent</p> <p>P12: Munir les couches intermédiaires d'au moins un minimum de fonctions communes de façon à permettre les opérations d'interfaces entre les couches principales adjacentes</p> <p>P13: Permettre le court-circuitage des couches intermédiaires</p>	
Relations entre les couches définies dans le modèle OSI et les principes énoncés ci-dessus	Principes pris particulièrement en considération
<p>7: Application</p> <p>6: Présentation</p> <p>5: Session</p> <p>4: Transport</p> <p>3: Réseau</p> <p>2: Liaison de données</p> <p>1: Physique</p>	<p>P3, P4</p> <p>P3, P4</p> <p>P3, P5, P7</p> <p>P3, P5, P8</p> <p>P3, P5, P8</p>

Bei den drei unteren Schichten ist eine Kettenschaltung möglich. Dieser Fall tritt besonders bei der Kommunikation über eine Reihe von Vermittlungsknoten innerhalb eines paketvermittelten Netzes auf (Fig. 9 und 10). In diesem Fall sind die Protokolle der drei unteren Schichten

entre les ETTD (ou AP). Elle libère les couches supérieures de tous les problèmes posés par le transport effectif des informations et constitue une interface claire entre les fonctions liées au réseau ou aux applications.

A chaque couche de fonctions correspond un protocole, à l'aide duquel une couche déterminée d'un usager peut correspondre avec la couche correspondante d'un autre

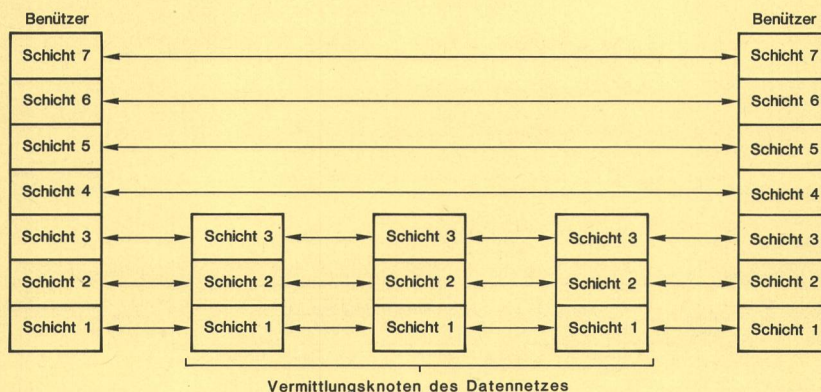


Fig. 9
Verteilung der ISO/OSI-Schichten in einem Informatiknetz

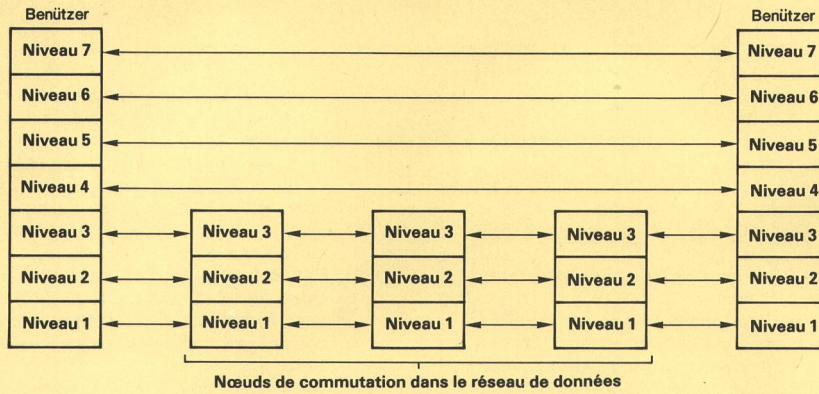


Fig. 9
Répartition des niveaux OSI de l'ISO dans un réseau informatique

ten an der direkten Benutzer-Benutzer-Kommunikation nicht beteiligt, sondern nur für den Datenaustausch zwischen dem Benutzer und seinem Anschlussknoten sowie für den Austausch zwischen den Knoten vorgesehen.

61 Prinzipielles Funktionieren des Modells

Das Modell setzt die Prinzipien der in [2] erläuterten Protokolltheorie in die Praxis um.

- Jede Schicht besitzt eine Schnittstelle mit der benachbarten unteren Schicht und kann auf deren Dienste zugreifen. Die physikalische Schicht greift direkt auf den Dienst des Übertragungsmediums
- Jede Schicht besitzt ebenfalls eine Schnittstelle mit der benachbarten oberen Schicht und erbringt für diese besondere Dienste.

Des weitern können die Funktionsmodule jeder Schicht auf Dienste und Verwaltungsfunktionen des lokalen Betriebssystems zurückgreifen.

usager. Pour les quatre couches supérieures, la communication a lieu directement de bout en bout entre la paire d'utilisateurs.

Pour les trois couches inférieures, on peut avoir à faire à une mise en cascade de composants. C'est en particulier le cas lors de la communication à travers une série de nœuds de communication dans un réseau de données par paquets (fig. 9 et 10). En pareil cas, les protocoles des trois couches inférieures ne concernent pas la communication directe d'utilisateur à utilisateur, mais servent à l'échange d'informations entre l'utilisateur et le nœud de commutation auquel il est raccordé, ainsi qu'aux échanges entre les nœuds du réseau.

61 Principes de fonctionnement du modèle

Le modèle met en pratique les principes de la théorie des protocoles expliquée dans [2].

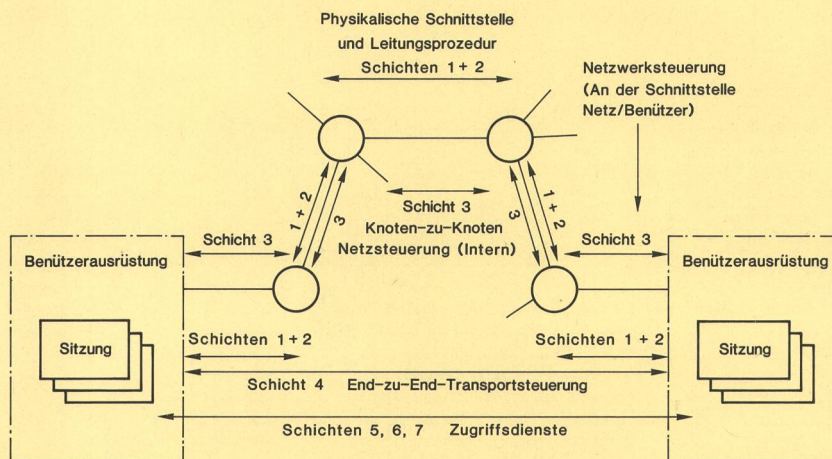


Fig. 10
Komponentenkette gemäss ISO/OSI-Modell

Der Verbindungsaufbau zwischen zwei Benutzern läuft in drei Phasen ab:

1. Der Benutzer, der die Kommunikation initialisiert, erstellt eine lokale Verbindung von Schicht zu Schicht in absteigender Richtung innerhalb der Schichtenhierarchie
2. Die unterste Schicht baut die physische Verbindung über das Übertragungsmedium auf
3. Die Verbindung mit dem gerufenen Benutzer wird in aufsteigender Richtung in den Schichten des entfernten Endpunktes erstellt.

Die Schicht einer bestimmten Stufe kann beim entfernten Partner aufsteigend nur bis zu der ihr entsprechenden Schicht kommunizieren. Sie kann bei den entfernten, hierarchisch höher gestellten Schichten nicht zugreifen.

Beim Anschlusspunkt (End- oder Zwischenstelle) sind nur die Funktionsschichten vorhanden, die nötig sind, um die örtliche Aufgabe erfüllen zu können. Wenn der Anschlusspunkt beispielsweise einen Vermittlungsknoten darstellt, der nur Transportdienste zu erbringen hat, werden nur die drei ersten Stufen aktiviert.

62 Beschreibung der sieben Schichten des ISO/OSI-Modells

Die sieben Funktionsschichten oder Ebenen des Modells mit ihrem Zweck und ihrer Hauptfunktion werden hier kurz beschrieben.

In der OSI-Terminologie bezeichnet man ein aktives, zwischen dem System und einer Funktionsschicht liegendes Element als «Entity».

621 Aufgaben der Schichten im OSI-Modell

Schicht 1: Physikalische Schicht (physical layer, Bitübertragungsschicht)

- a) Chaque couche possède une interface avec la couche adjacente inférieure et peut recourir aux services fournis par celle-ci. La couche physique recourt directement au service du média de transmission.
- b) Chaque couche possède également une interface avec la couche supérieure adjacente et lui fournit des services particuliers.

De plus, les modules de fonction de chaque couche peuvent accéder aux services et fonctions de gestion du système d'exploitation local.

L'établissement d'une communication entre deux usagers se déroule en trois phases:

1. L'usager qui établit une communication crée localement un contact de couche à couche en descendant dans la hiérarchie des couches.
2. La couche la plus basse réalise la communication physique à travers le média de transmission.
3. Le contact est établi avec l'usager appelé, du fait que la communication remonte les couches de fonctions à l'autre extrémité de la connexion.

Une couche de niveau déterminée ne peut communiquer avec le partenaire distant qu'en remontant jusqu'à la couche partenaire correspondante. Elle n'a pas accès aux couches distantes hiérarchiquement supérieures.

Seules sont mises en œuvre les couches de fonctions qui sont nécessaires pour remplir les tâches du point de connexion. Si ce dernier est, par exemple, un nœud de commutation qui n'a qu'un rôle de transport à assurer, seuls les trois premiers niveaux sont activés.

62 Description des sept niveaux du modèle de référence OSI de l'ISO

Les sept couches ou niveaux du modèle avec leurs objectifs et leurs fonctions principales sont brièvement décrits ci-après.

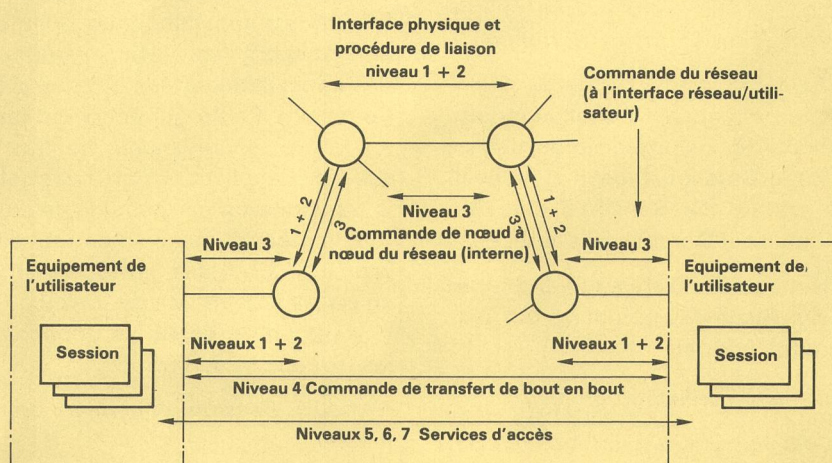


Fig. 10
Chaîne de composants avec le modèle OSI de l'ISO

Die physikalische Schicht ist Träger der mechanischen, elektrischen, funktionellen und prozeduralen Eigenschaften für die Übertragung eines Bitstromes zwischen zwei physikalischen Anschlüssen. Dieser Dienst steht zur Verfügung der Schicht 2 (data link).

Schicht 2: Schicht der Leitungsprozedur (data link layer, Sicherungsschicht)

Sie hat die funktionellen und prozeduralen Mittel bereitzustellen, mit denen eine Verbindung zwischen zwei Netzwerk-Entitäten aufgebaut wird. Hauptaufgabe ist es, die Fehler, die von der Schicht 1 stammen können, zu erkennen und zu korrigieren.

Die Schicht 2 enthält ebenfalls die Teilnehmer-Signalisierungsfunktionen bei leitungsvermittelten Datennetzen.

Schicht 3: Netzwerkschicht (network layer, Vermittlungsschicht)

Sie ermöglicht Verbindungen zwischen Systemen aufzubauen, die Applikationen-Entitäten enthalten und die über ein Netz kommunizieren wollen. Dazu können Dienstinformationen zwischen zwei Transport-Entitäten ausgetauscht werden.

Schicht 4: Transportschicht (transport layer)

Diese gestattet einen transparenten Datentransfer zwischen zwei Sessions-Entitäten. Die Transportschicht befreit die Benutzer von allen Aufgaben, die für einen zuverlässigen wirtschaftlichen Datentransfer erforderlich sind.

Die Transportschicht besitzt einen besonderen Stand im Referenzmodell. Sie bildet die einheitliche Trennstelle zwischen den kommunikationsorientierten und den anwendungsorientierten Funktionen. Vom Blickwinkel der Transportschicht aus sind die unteren Schichten anwendungsunabhängig und die oberen Schichten netzunabhängig. Bei den Schichten 1...3 und 5...7 findet man im Gegensatz eine Vielfalt von Protokollen, die anwendungs- oder lösungsabhängig sind: Protokolle für Paketvermittlung, Leitungsvermittlung, LAN usw. bei den Schichten 1...3, Protokolle für File Transfer, Remote Job Entry, Datenbankabfrage, Teletex usw. bei den Schichten 5...7 (Fig. 11).

Schicht 5: Sitzungsschicht (session layer, Kommunikationssteuerungsschicht)

Sie gibt zwei zusammenarbeitenden Darstellungs-Entitäten die Fähigkeit, ihren Dialog zu organisieren und zu synchronisieren sowie ihren Datenaustausch zu verwalten. Zu diesem Zweck erstellt die Schicht 5 eine Sitzungsverbindung zwischen zwei Darstellungs-Entitäten.

Um den Austausch zwischen zwei Darstellungs-Entitäten zu ermöglichen, muss die Sitzungsverbindung auf eine Transportverbindung greifen können.

Schicht 6: Darstellungsschicht (presentation layer)

Ihre Aufgabe ist es, für die Applikations-Entitäten die Daten umzuwandeln, um Syntaxunterschiede eliminieren zu können. Dabei darf die Bedeutung der Daten nicht verändert werden.

Schicht 7: Applikationsschicht (application layer, Anwendungsschicht)

Dans la terminologie OSI, on désigne par entité «Entity», un élément actif existant à l'intersection d'un système et d'une couche de fonction.

621 Objectifs des niveaux du modèle OSI

Niveau 1: Niveau physique (couche de transmission des bits)

Le niveau 1 fournit les caractéristiques mécaniques, électriques, fonctionnelles et de procédure pour la transmission d'un flux binaire entre deux points physiques. Ce service est mis à la disposition des entités de liaison (data link) du niveau 2.

Niveau 2: Niveau de la procédure de liaison (ou du chaînon de données)

Le niveau 2 a pour but de fournir les moyens fonctionnels et de procédure permettant d'établir un chaînon entre deux entités du niveau réseau.

L'objectif principal du niveau 2 est la détection et la correction des erreurs qui peuvent survenir au niveau 1.

Le niveau 2 fournit également au niveau 3 les moyens lui permettant de demander l'assemblage de circuits de données à l'intérieur de la couche 1 (signalisation dans un réseau commuté).

Niveau 3: Réseau (couche de commutation)

Le niveau 3 permet d'établir des connexions entre systèmes contenant des entités d'application qui souhaitent communiquer au travers d'un réseau et il sert à l'échange d'informations de service entre deux entités de transport.

Niveau 4: Transport

Le niveau 4 permet un transfert transparent de données entre deux entités de session. Le niveau de transport décharge les utilisateurs de toute préoccupation concernant la manière dont un transfert de données fiable et économique peut être obtenu.

Le niveau de transport revêt une signification particulière dans le modèle de référence. Il constitue l'interface uniforme entre les fonctions de communication et les fonctions d'application. Du point de vue de la technique du transport, les niveaux inférieurs sont indépendants des applications et les niveaux supérieurs indépendants du réseau. En ce qui concerne les niveaux 1...3 et 5...7, on trouve, en revanche, de très nombreux protocoles liés à des applications ou à des solutions: protocole pour la transmission par paquets, la commutation de circuits, RLE (réseaux locaux d'entreprises), etc., pour les niveaux 1...3, et des protocoles pour le transfert de fichiers, la soumission de travaux, Remote Job Entry, l'interrogation de bases de données, le téletex, etc., pour les niveaux 5...7 (fig. 11).

Niveau 5: Session (couche de commande de la communication)

Le niveau 5 fournit les moyens permettant à deux entités de présentation coopérantes d'organiser et de synchroniser leur dialogue et de gérer leur échange de données. A cette fin, le niveau 5 établit une connexion de session entre deux entités de présentation.

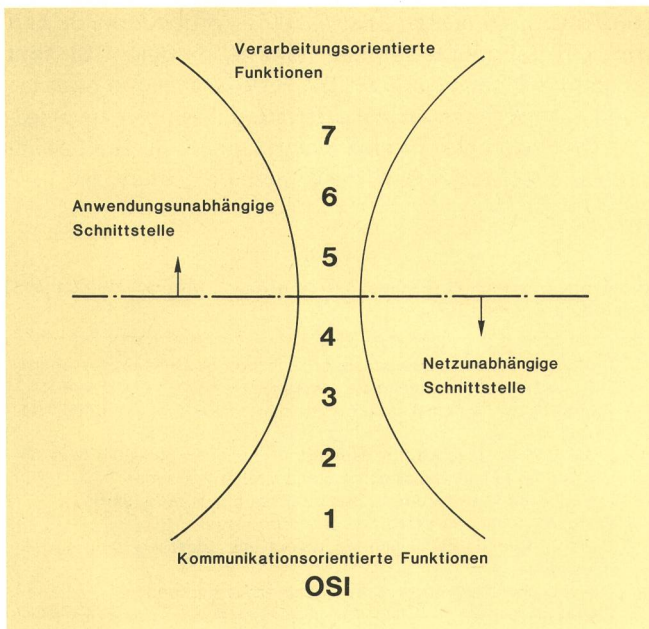


Fig. 11 Die Transportschicht als einheitliche Trennstelle zwischen kommunikations- und applikationsorientierten Funktionen

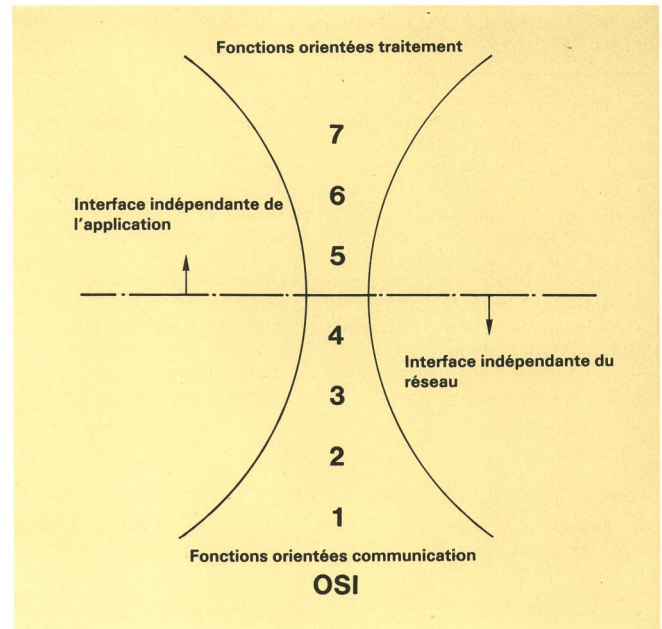


Fig. 11 Couche de transport en tant qu'interface uniforme entre les fonctions de communication et d'application

Diese Schicht ist die höchste Schicht im OSI-Modell. Sie leistet keiner höheren Schicht ihre Dienste, sondern direkt dem Benutzer.

Die Applikationsschicht bietet den Anschlusspunkt an, über den die Benutzer, die in einer offenen Umwelt kommunizieren wollen, alle für die Zusammenarbeit nötigen Informationsaustausche ausführen können.

Die Applikations-Entity der Schicht 7 ist der Delegierte des Benutzers gegenüber dem entfernten Partner.

63 Von jeder OSI-Schicht zu leistende Funktionen und Dienste

Die von der Schicht 1 zugunsten der Schicht 2 erbrachten Dienste sind in Tabelle III zusammengefasst. Die Schicht 1 steht in enger Beziehung mit dem physikalischen Übertragungsmedium, über die im [1] beschriebene Schnittstelle zwischen DTE und DCE.

Tabelle III. Von der Schicht 1 (physikalisch) erfüllte Funktionen im ISO/OSI-Modell

- Transparente Übertragung einer Bitfolge über das physikalische Übertragungsmedium
- Vollduplex- oder Halbduplex-Übertragung
- Physikalischer Verbindungsauf- und -abbau und Halten der Verbindung

Das Gebiet der Schicht 2 ist das der Leitungsprozeduren. Die OSI-Funktionen sind in der Tabelle IV zusammengefasst. Die Schicht 2 maskiert die Eigenschaften der physikalischen Schicht für die höheren Schichten (z. B. Punkt-Punkt- oder Mehrpunktleitungen, Leitungen mit fehlerhafter Bitübertragung usw.)

Die Schicht 3 entlastet die Transportschicht von den Problemen der Vermittlung und Wegleitung im Zusam-

Pour que le transfert entre deux entités de présentation puisse se dérouler, la connexion de session nécessite une connexion de transport.

Niveau 6: Présentation

Le niveau 6 a pour but de représenter l'information destinée à des entités d'application sous une forme qui préserve la signification des données tout en résolvant les différences de syntaxe.

Niveau 7: Application

Le niveau 7 est le niveau le plus élevé dans le modèle OSI. De ce fait, il ne fournit pas ses services à un niveau supérieur, mais directement à l'utilisateur.

Ce niveau d'application offre une «fenêtre» par laquelle les usagers désirant communiquer dans un environnement ouvert peuvent procéder à tous les échanges d'informations jugés nécessaires pour la coopération des activités.

L'entité d'application du niveau 7 est le «délégué» de l'utilisateur auprès de son partenaire distant.

63 Fonctions et services fournis par chaque couche du modèle OSI

Les services fournis au niveau 2 par les fonctions du niveau 1 sont résumés au tableau III. Le niveau 1 est en étroite relation avec le média physique de transmission, grâce aux interfaces entre ETTD et ETCD décrites dans [1].

Tableau III. Fonctions réalisées par le niveau 1 (physique) du modèle OSI de l'ISO

- Transmission transparente d'une suite de bits à travers le médium physique de communication
- Transmission bidirectionnelle complète ou à l'alternat
- Activation, maintien et désactivation de la connexion physique

Tabelle IV. Von der Schicht 2 (Leitung, Link) zu erfüllende Funktionen im ISO/OSI-Modell

- Entdecken und, wo immer möglich, korrigieren von Fehlern, die auf einem physikalischen Verbindungsabschnitt entstehen: Wiederaufnahme im Fehlerfall
- Unterstützung bei der Signalisierung in leitungsvermittelten Netzen
- Dynamische Aktivierung und Deaktivierung einer oder mehrerer Verbindungen (Links) auf einem oder mehreren physikalischen Leitungspaaren
- Wo nötig Sicherstellen der richtigen Informationssequenzen
- Flusssteuerung zugunsten der Netzeigenschaften
- Multiplexierung einer Verbindung (Link) auf mehreren physikalischen Anschlüssen
- Begrenzung und Synchronisation der Datenrahmen

menhang mit dem Aufbau und dem Aufrechterhalten einer Netzverbindung. Die Funktionen der Schicht 3 sind in der *Tabelle V* zusammengefasst.

Tabelle V. Von der Schicht 3 (Netzwerk) im ISO/OSI-Modell zu erfüllende Funktionen

- Weglenkung und Vermittlung
- Aufbau der Verbindung zwischen zwei Transport-Entities
- Multiplexierung mehrerer Transportverbindungen auf einem Link der Schicht 2
- Segmentierung und allenfalls Neugruppierung von Datentransporteinheiten
- Entdecken von Fehlern, die die Dienstqualität einer Netzverbindung beeinträchtigen
- Wiederanlauf im Fehlerfall
- Sicherstellung der richtigen Sequenz dort, wo nötig
- Flusssteuerung zugunsten der Transportschicht
- Transfer von Meldungen mit höherer Priorität (expedited data units)
- Mechanismen für den Neubeginn des Transfers auf Netzverbindungen

Die *Schicht 4* ist die höchste der Schichten, die den eigentlichen Datentransportdienst sicherstellen. Ihre Hauptaufgabe ist die vollständige Maskierung der Kommunikationseigenschaften für die höheren Schichten. Die in diesem Zusammenhang ausgeführten Funktionen sind in *Tabelle VI* zusammengefasst.

Tabelle VI. Von der Schicht 4 (Transport) im ISO/OSI-Modell zu erfüllende Funktionen

- Auf- und Abbau einer Transportverbindung
- Wahl einer an die Applikation (Dialog, Dateientransfer usw.) angepassten Klasse bezüglich Übertragungszuverlässigkeit
- Umsetzung von Transportadressen in Netzadressen
- End-zu-End-Multiplexierung von Transportverbindungen auf Netzwerkverbindungen
- Sequenzbewahrung auf den einzelnen Verbindungen
- End-zu-End-Fehlererkennung und -Korrektur: Überwachung der Dienstqualität
- Segmentieren und Zusammensetzen der End-zu-End-Information
- End-zu-End-Flusssteuerung
- Transfer von Meldungen mit höherer Priorität (expedited data units)

Die *Figur 12* erläutert die von der Multiplexierung auf der Verbindung angebotenen Möglichkeiten sowie die Kontrolle der Sequenzierung und die Sequenzierung der Meldungen in der Schicht 4.

Le domaine du *niveau 2* est celui des procédures de liaison. Les fonctions définies dans le modèle OSI sont récapitulées au *tableau IV*. Le niveau 2 masque pour les niveaux supérieurs les caractéristiques du niveau physique (par exemple circuits point-à-point ou multipoint, circuits avec débits binaires affectés d'erreurs, etc.).

Tableau IV. Fonctions réalisées par le niveau 2 (liaisons de données) du modèle OSI de l'ISO

- Détection et autant que possible correction des erreurs survenant sur une section de connexion physique; reprise en cas d'erreurs
- Support pour la signalisation dans les réseaux à commutation de circuits
- Activation et désactivation dynamique d'une ou plusieurs liaisons sur une ou plusieurs paires de connexions physiques
- Garantie du séquençement des informations si nécessaire
- Contrôle de flux au profit de l'entité de réseau
- Multiplexage d'une liaison de réseau sur plusieurs connexions physiques
- Délimitation et synchronisation des trames de données

Le *niveau 3* décharge le niveau de transport des difficultés de commutation et de routage en relation avec l'établissement et le maintien d'une communication sur un réseau. Les fonctions assurées par le niveau 3 sont résumées au *tableau V*.

Tableau V. Fonctions réalisées par le niveau 3 (réseau) du modèle OSI de l'ISO

- Routage et commutation
- Etablissement de connexions entre 2 entités de transport
- Multiplexage de plusieurs connexions de transport sur une connexion de niveau 2
- Segmentation et regroupement éventuel des unités de transport de données
- Détection des erreurs affectant la qualité de service d'une connexion de réseau
- Reprise en cas d'erreur
- Garantie de séquençement là où il est nécessaire
- Contrôle de flux au profit du niveau de transport
- Transfert de messages prioritaires (expedited data units)
- Mécanisme de réinitialisation du transfert sur la connexion du réseau

Le *niveau 4*, le plus élevé des services dits de transport de données a pour but de masquer complètement les caractéristiques de la communication pour les couches supérieures. Les fonctions exécutées dans ce contexte sont résumées au *tableau VI*.

Tableau VI. Fonctions réalisées par le niveau 4 (transport) du modèle OSI de l'ISO

- Etablissement et libération d'une connexion de transport
- Sélection d'une classe de service de transmission adaptée à l'application (dialogue, transfert de fichiers, etc.)
- Traduction des adresses de transport en adresses de réseau
- Multiplexage de bout en bout des connexions de transport sur les connexions de réseau
- Contrôle du séquençement sur les connexions individuelles
- Détection et reprise des erreurs de bout en bout; surveillance de la qualité de service
- Segmentation et regroupement de l'information de bout en bout
- Contrôle de flux de bout en bout
- Transmission de messages prioritaires (expedited data units)

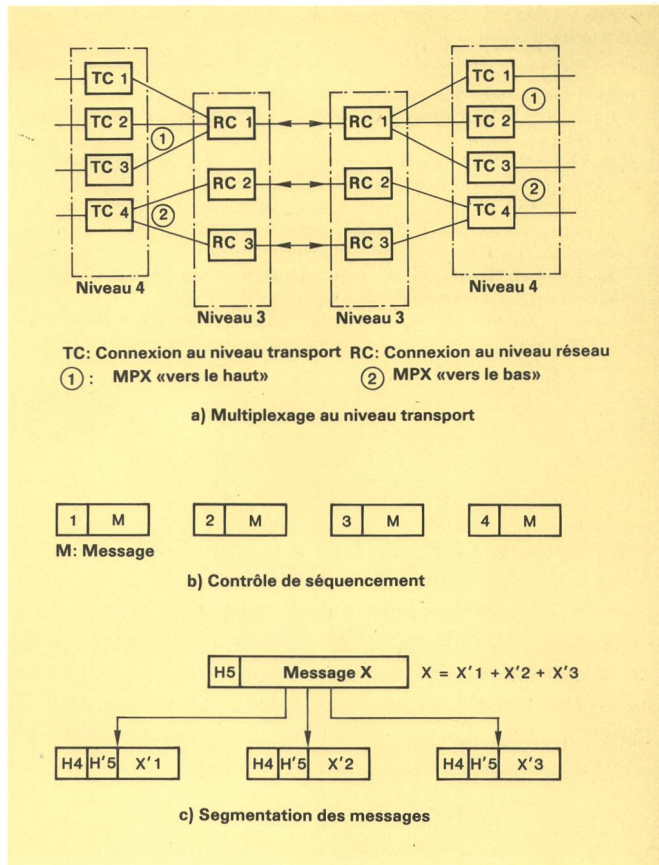
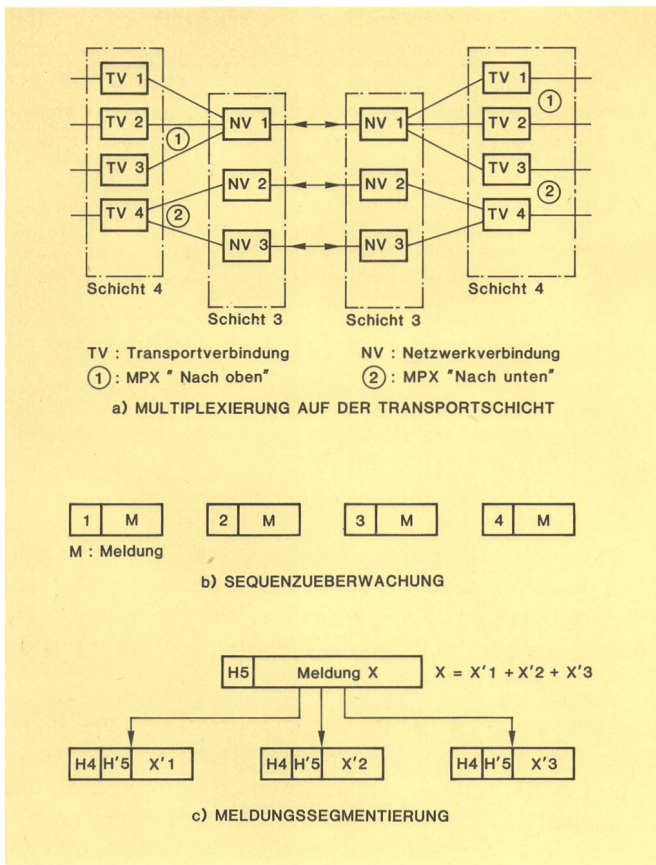


Fig. 12
 Von der Schicht 4 (Transport) im ISO/OSI-Modell zu erfüllende Funktionen

Fig. 12
 Fonctions réalisées par le niveau 4 (transport) du modèle ISO

Die Funktionen der *Schicht 5* sind in *Tabelle VII* dargestellt. Als häufigstes Beispiel der Schicht-5-Aktivitäten sei die Anmeldung (log on) oder Abmeldung (log off) eines Terminalbenutzers bei einem System erwähnt. Die Beziehung zwischen den Sitzungs- und Transportverbindungen sind in der *Figur 13* angegeben.

La *figure 12* illustre les possibilités offertes par le multiplexage des connexions, ainsi que le contrôle de séquençement et la segmentation des messages au niveau 4.

Les fonctions fournies par le *niveau 5* sont résumées au *tableau VII*. L'exemple le plus fréquent d'une activité de

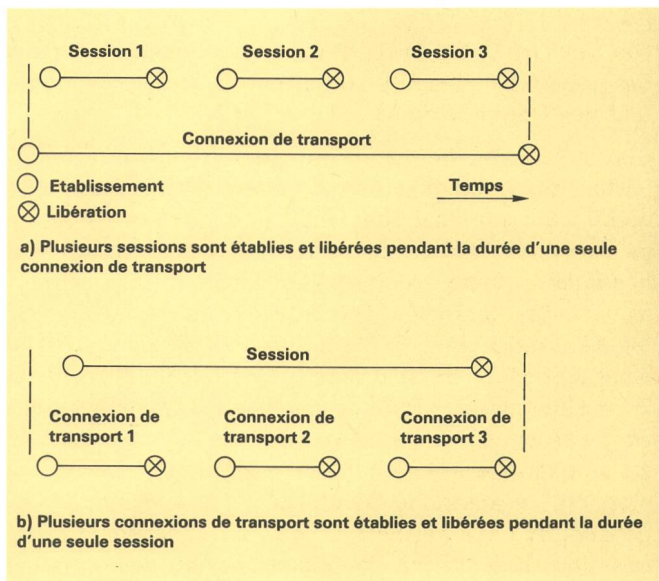
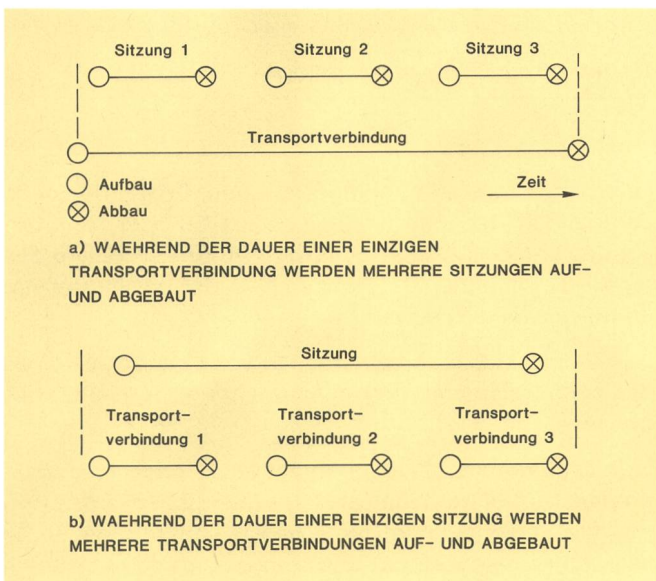


Fig. 13
 Mögliche Beziehungen zwischen Sitzungs- und Transportverbindungen

Fig. 13
 Relations possibles entre connexions de session et connexions de transport

Tabelle VII. Von der Schicht 5 (Sitzung) erfüllte Funktionen im ISO/OSI-Modell

- Auf- und Abbau einer Sitzungsverbindung
- Abbildung (mapping) von Sitzungsverbindungen auf Transportverbindungen
- Neuanlauf im Fehlerfall (bei Unterbruch im Transportdienst), Bewirtschaftung von Prüfpunkten (check points)
- Zurückhalten der Daten (quarantine), damit der Empfänger die Informationen nur dann an die Präsentationsschicht leitet, wenn er vom Sender dazu ermächtigt wird (erlaubt die Integrität der logischen Einheiten auf der Präsentationsschicht zu erhalten)
- Meldungaustausch mit Priorität
- Bewirtschaftung der Interaktionen (Halb- oder Voll duplex) zwischen den Darstellungs-Entities: Monologmöglichkeit (Simplex-Austausch)
- Synchronisation der Sitzung (Anfangspunkt, Neuaufnahme und Neubeginn)
- Meldung aussergewöhnlicher Zustände an die Darstellungs-Entity
- Steuerung des Anschlusses an die höheren Schichten

Die Aufgaben der *Schicht 6*, deren Funktionen *Tabelle VIII* zeigt, sind die Probleme der Darstellung und der Codierung der Information zwischen kommunizierenden Applikations-Entities zu lösen. Sie bietet Mittel an, damit die durch die Partner-Applikations-Entities gelieferten Daten korrekt interpretiert oder damit die zu übertragenden Daten in eine für den Partner verständliche Form ungewandelt werden können.

Tabelle VIII. Von der Schicht 6 (Darstellung) erfüllte Funktionen im ISO/OSI-Modell

- Datenumwandlung (Transcodierung, Anpassung an Zeichensätze)
- Datenformatierung (Darstellungsveränderung der Daten)
- Syntaxwahl zur Code- und Formatwandlung
- Auf- und Abbau von Darstellungsverbindungen
- Verhandeln der Darstellungsform; die Darstellungsform ist die der Sitzungsverbindung anvertraute Datenstruktur
- Die an der Verhandlung festgehaltene Darstellungsform umfasst die Datenstruktur und die auf sie wirkenden möglichen Aktionen
- Besondere Informationstransformierung (z. B. Verschlüsselung, Kompression)
- Anfrage für den Auf- und Abbau von Sitzungsverbindungen

Die Schicht 6 spielt auch eine wichtige Rolle bei der Kompatibilität in einem offenen System. Die Interaktionen zwischen den Benutzern können sehr verschiedene Endgerätetypen oder Datenstrukturen aufrufen.

Die Schicht 6 geht in Richtung Unabhängigkeit der Daten gegenüber den Eigenschaften der Endausrüstungen und des Datenformates.

Sie ist eng mit dem Konzept des *virtuellen Terminals* (virtual terminal) und der *virtuellen Datei* (virtual file) verbunden. Terminal oder Datei sind insofern als virtuell zu verstehen, als sie eine abstrakte Übersetzung einer besonderen Entity in eine allen Netzbenutzern gemeinsame Entity darstellen. Das Konzept des virtuellen Terminals ermöglicht z. B. die Information in einem Host in einer einheitlichen, abstrakten Form darzustellen. Diese Form kann jedoch mit Änderung von Parametern modifiziert werden. Diese Parameter können mit Hilfe der Darstellungsprotokolle verhandelt werden, um soweit wie möglich die abstrakte Darstellung den spezifischen Eigenschaften des Partnerterminals anzupassen. Die vollständige Übersetzung der Eigenschaften des virtuellen Terminals in solche eines reellen Terminals wird im Terminal selber von seinen Systemfunktionen ausgeführt (Fig. 14 und 15).

Tableau VII. Fonctions réalisées par le niveau 5 (session) du modèle OSI de l'ISO

- Etablissement et libération d'une connexion de session
- Association (mapping) des connexions de sessions et des connexions de transport
- Reprise en cas d'erreurs (lors d'interruptions du service de transport); gestion des points de reprise (check points)
- Service de quarantaine (quarantine) assurant que le récepteur ne délivre les informations au niveau de présentation que lorsque l'émetteur lui en donne l'ordre (permet de conserver l'intégrité des unités logiques de présentation)
- Echange de messages prioritaires
- Gestion des interactions (transfert bidirectionnel simultané ou à l'alternat) entre les entités de présentation; possibilité de monologue (échange unidirectionnel)
- Synchronisation de la session (point de départ, de reprise et de réinitialisation)
- Rapport de situations exceptionnelles à l'entité de présentation
- Contrôle d'accès aux niveaux supérieurs

niveau 5 est celle qui est effectuée par un usager utilisant un terminal, lorsqu'il s'annonce «arrivant» (log on) ou «partant» (log off) à un système informatique. Les relations entre les connexions de session et de transport sont illustrées à la *figure 13*.

Le *niveau 6*, dont les fonctions sont présentées au *tableau VIII*, permet de résoudre les problèmes de présentation et de codage de l'information entre des entités d'application en communication. Il fournit les moyens d'interpréter correctement les données livrées par l'entité d'application partenaire, ou de transformer les données à transmettre sous une forme compréhensible pour le partenaire.

Tableau VIII. Fonctions réalisées par le niveau 6 (présentation) du modèle OSI de l'ISO

- Transformation de données (transcodage, adaptation entre ensembles de caractères)
- Formatage des données (modification de la présentation des données)
- Sélection de la syntaxe pour les conversions de codes et formats
- Etablissement et libération de connexions de présentation
- Négociation de l'image de présentation; l'image de présentation est la structure des données confiées à la connexion de session
- La définition de l'image de présentation lors de la négociation comprend la structure de données et les actions pouvant être entreprises sur celle-ci
- Transformation spéciales de l'information (par ex. chiffrement, compression)
- Demande d'établissement et de libération d'une session

Le niveau 6 joue un rôle important pour l'obtention de la compatibilité dans un système ouvert. En effet, les interactions entre les usagers peuvent mettre en œuvre des types d'équipements terminaux et des structures de données très différents.

Le niveau 6 vise à l'indépendance des données vis-à-vis des caractéristiques des équipements et du format des données.

Le niveau précité est étroitement lié au concept d'*équipement virtuel* (terminal virtuel) et de *fichier virtuel* (virtual file). L'équipement ou le fichier sont virtuels en ce sens qu'ils représentent une traduction abstraite d'une entité particulière en une entité commune aux usagers du réseau. Le concept de terminal virtuel permet, par exemple, de représenter l'information dans un ordina-

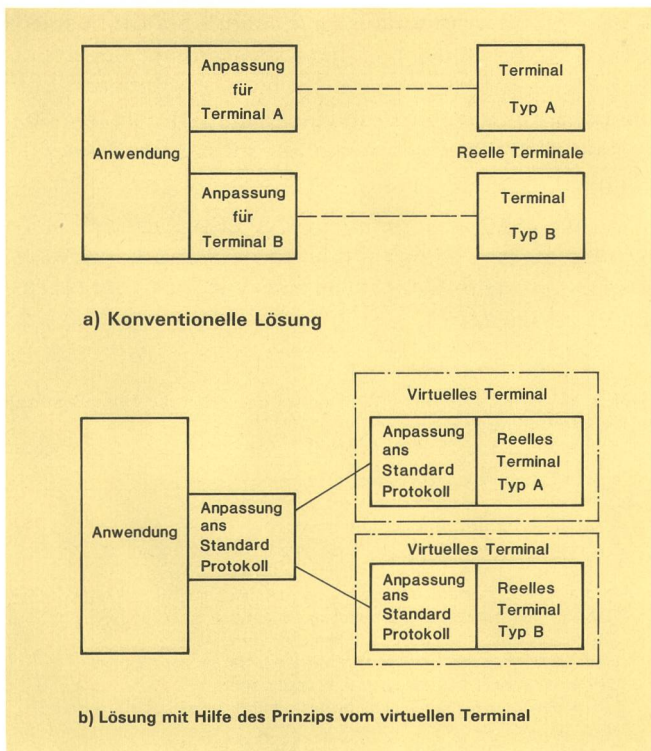


Fig. 14
Prinzip des virtuellen Terminals

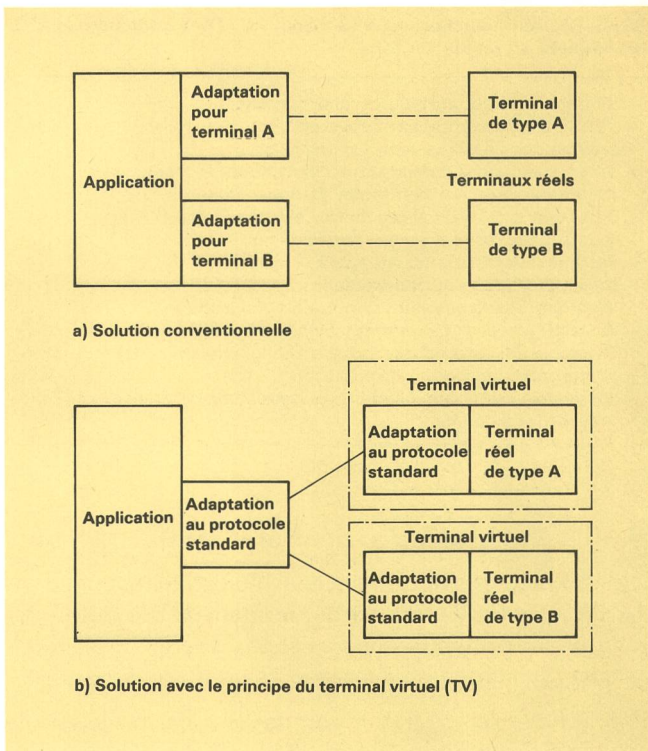


Fig. 14
Prinzip du terminal virtuel

Die *Schicht 7* enthält alle Funktionen, die für die Kommunikation zwischen offenen Systemen nötig sind und nicht von den unteren Schichten erfüllt werden. Diese Funktionen können je nach Fall von Software oder vom Menschen selbst erbracht werden.

Die Schicht 7 ist in direktem Kontakt mit dem Benutzer (Programm oder Mensch) und bietet ihm alle direkt verständlichen Dienste an. Diese Dienste sind in *Tabelle IX* dargestellt.

teur serveur sous une forme abstraite uniforme. Cette forme peut toutefois être modifiée paramétriquement, par négociation, à l'aide des protocoles de présentation, pour que l'on puisse adapter dans la mesure du possible la représentation abstraite au caractère spécifique du terminal partenaire. La traduction complète des caractéristiques du terminal virtuel en celles d'un terminal réel est exécutée dans le terminal par les fonctions des systèmes de ce dernier (fig. 14 et 15).

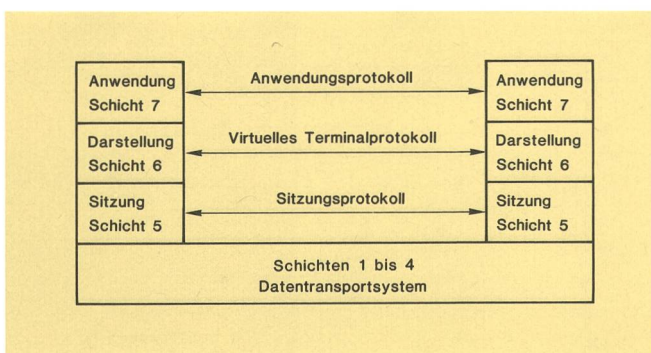


Fig. 15
Virtuelle Ausrüstungen
Beispiele von virtuellen Ausrüstungen:

- Virtuelle Sichtgeräte:
 - X Zeilen zu Y Zeichen
 - Zugriffsfunktionen (z. B. löschen, rollen usw.)
 - Code Z
- Virtuelle Disks:
 - X Zylinder mit Y Ebenen und Z Sektoren
 - Zugriffsfunktionen (suchen, lesen, schreiben usw.)
- Funktionen der Schicht 6: Anpassung zwischen realen (physischen) und virtuellen (abstrakten) Geräten
- Virtuelles Terminalprotokoll: Verhandeln (bezeichnen) der bei der Verbindung zu verwendenden Parameter des virtuellen Gerätes

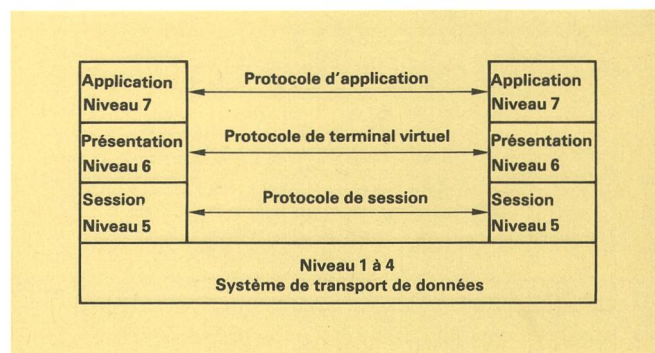


Fig. 15
Appareils virtuels
Exemples d'appareils virtuels:

- Terminal à écran:
 - X lignes à Y caractères
 - Fonctions d'accès (par exemple, effacement, rotation, etc.)
 - Code Z
- Disque virtuel:
 - X cylindres avec Y surfaces et Z secteurs
 - Fonctions d'accès (cherche, lit, écrire, etc.)
- Fonctions du niveau 6: Adaptation entre appareil réel (physique) et appareil virtuel (abstrait)
- Protocole de terminal virtuel: Négociation (caractérisation) des paramètres de l'appareil virtuel appliqués à la connexion

Tabelle IX. Dem Benutzer durch die Schicht 7 (Anwendung) des ISO/OSI-Modells erbrachte Dienste

- Identifikation der Verbindungspartner
- Festhalten der Partnerverfügbarkeit
- Erteilen der Erlaubnis zum Kommunizieren
- Verhandeln von Datenschutzmechanismen (Vertraulichkeit)
- Prüfen der Echtheit der Partner (Authentifikation)
- Festlegen der Taxiermethoden für den benutzten Dienst
- Aushandeln der geeigneten notwendigen Ressourcen
- Festlegen der Dienstqualität (z. B. Antwortzeit)
- Synchronisierung der Anwendungsprozesse
- Wahl der Dialog-, Anlauf- und Beendigungsverfahren
- Zuständigkeiten regeln für den Wiederanlauf
- Festlegen der Prozeduren für die Gültigkeitserklärung der Daten (Datenvalidierung)
- Feststellen der Syntaxrandbedingungen (Code, Datenstruktur)
- Informationstransfer

64 Die Strukturierung der Daten im OSI-Modell

Die Meldungen sind nach einem Verschachtelungsprinzip, das in [2] erläutert wurde, formatiert. Die Daten der höheren Schichten befinden sich im inneren und die der tieferen Schichten im äusseren Teil der Meldung.

Eine Schicht (n-1) erhält von der Schicht n die an die unteren Schichten (n-2) und folgenden zu übertragenden Daten in der Form einer *Dienstdateneinheit* (OSI: service data unit SDU). Die Schicht (n-1) fügt der SDU Protokollsteuerinformation (protocol control information PCI) bei, die das Protokoll der Schicht (n-1) betrifft. Die Zusammensetzung der SDU und der PCI bildet die Protokolldateneinheit (protocol data unit PDU) der Schicht (n-1). Die PDU der Schicht (n-1) wird der Schicht (n-2) geliefert und bildet die SDU dieser Schicht (Fig. 16).

7 Versuch einer vereinfachten Darstellung der ISO-Referenzarchitektur

Man kann versuchen, die abstrakten Prinzipien des OSI-Modells mit einem konkreten Vergleich aus der üblichen

Le *niveau 7* contient toutes les fonctions qui sont nécessaires à la communication entre les systèmes ouverts et qui ne sont pas fournies par les niveaux inférieurs. Ces fonctions peuvent être remplies selon les cas par des logiciels d'application ou directement par des êtres humains.

Le niveau 7 est en contact direct avec l'utilisateur (programme ou être humain). Il lui fournit tous les services directement compréhensibles. Ces services sont représentés au *tableau IX*.

Tableau IX. Service fournis à l'utilisateur par le niveau 7 (application) du modèle OSI de l'ISO

- Identification des partenaires de la communication
- Détermination de la disponibilité des partenaires
- Attribution du droit de communiquer
- Négociation des mécanismes de protection des données (confidentialité)
- Authentification des partenaires
- Fixation des méthodes de taxation du service
- Négociation des ressources adéquates nécessaires
- Fixation de la qualité de service (par ex. temps de réponse)
- Synchronisation des processus d'application
- Choix des techniques de dialogue, d'initialisation et de terminaison
- Fixation des responsabilités en cas de reprise
- Fixation des procédures de validation des données
- Identification des contraintes de syntaxe (codes, structure des données)
- Transfert de l'information

64 Structuration des données selon le modèle OSI

Les messages sont formatés selon le principe d'imbrication expliqué dans [2]. Les données des niveaux supérieurs se trouvent à l'intérieur et celles des niveaux inférieurs à l'extérieur du message.

Un niveau (n-1) reçoit du niveau n les données à transmettre aux niveaux inférieurs (n-2) et suivants sous la

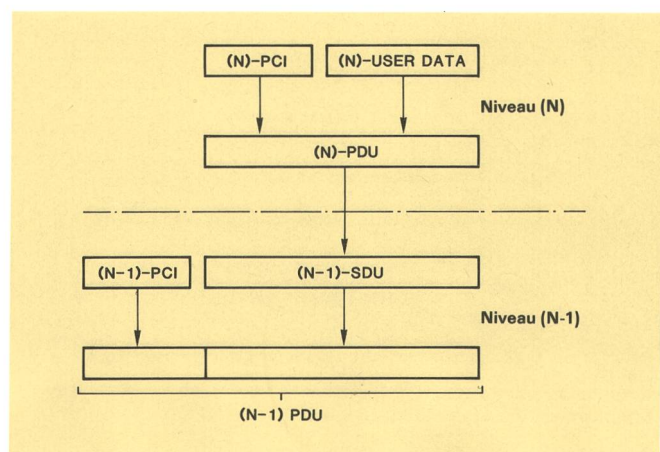
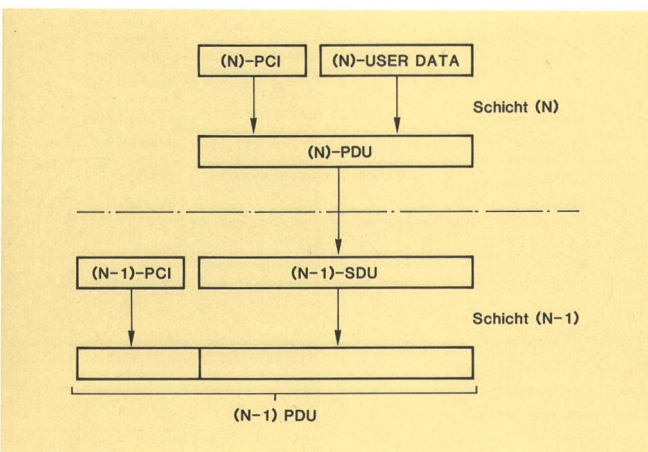


Fig. 16
Strukturierung der Daten beim Übergang von Schicht zu Schicht nach ISO-Modell

Fig. 16
Structuration des données lors du passage de couche à couche selon le modèle ISO

- (N)-PCI: Protocol Control Information: Protokollsteuerinformation der Schicht (N)
- (N)-User Data: Benutzerdaten der Schicht (N)
- (N)-PDU: Protocol Data Unit: Dateneinheit des Protokolles der Schicht (N) (= User Data + PCI)
- (N-1)-SDU: Service Data Unit: Dateneinheit des Dienstes der Schicht (N-1) am Interface (N)/(N-1); (N-1)-SDU = (N)-User Data

- (N)-PCI: Protocol Control Information - Information de commande de protocole du niveau (N)
- (N)-User Data: Données de l'utilisateur du niveau (N)
- (N)-PDU: Protocole Data Unit - Unité de données de protocole du niveau (N) [= User Data + PCI]
- (N-1)-SDU: Service Data Unit - Unité de données du service du niveau (N-1) prise en charge à l'interface (N)/(N-1); (N-1)-SDU = (N)-User Data

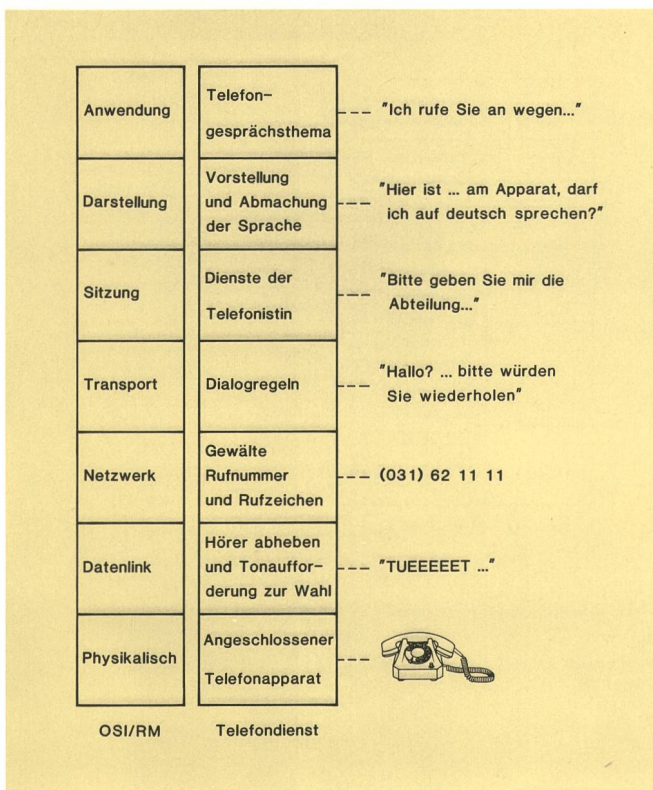


Fig. 17
Analogie zwischen dem ISO/OSI-Modell und einem Telefongespräch

Kommunikation mit Telefon oder Post vereinfachend darzustellen. Die nachfolgenden Vergleiche entsprechen nicht genau dem Modell, erlauben aber, das Wesentliche leicht verständlich zu machen.

Das Modell soll zuerst auf eine Telefonverbindung angewendet werden. Dieser Vergleich wurde in [4] zum ersten Mal veröffentlicht.

Jemand möchte die Firma X anrufen, um eine Preisauskunft über ein Produkt zu erhalten. Die Aktionen, entsprechend den sieben Abstraktionsstufen des Referenzmodells, können wie folgt interpretiert werden (Fig. 17).

Schicht 1

Der Telefonapparat muss physikalisch an eine Telefonleitung angeschlossen werden, die bei der nächsten Zentrale endet: Diese Verbindung muss bestimmte mechanische und elektrische Forderungen erfüllen (Schicht 1 Protokoll).

Schicht 2

Sobald der Hörer abgehoben wird, schickt der Apparat ein Signal an die Zentrale. Diese sucht ein Register, in das die Rufnummer eingelesen werden soll; sobald ein freies Register gefunden ist, schickt die Zentrale ein Tonsignal (Schicht 2 Protokoll).

Schicht 3

Jetzt wird die Rufnummer der Firma X gewählt. Sobald die Zentrale die Rufnummer erhalten hat, wird diese überprüft, und in Zusammenarbeit mit anderen Zentralen des Netzes wird versucht, eine Verbindung zum gerufenen Teilnehmer herzustellen. Das Netz schickt dem Rufenden einen Bestätigungston und ruft gleichzeitig bei der Firma X (Schicht 3 Protokoll).

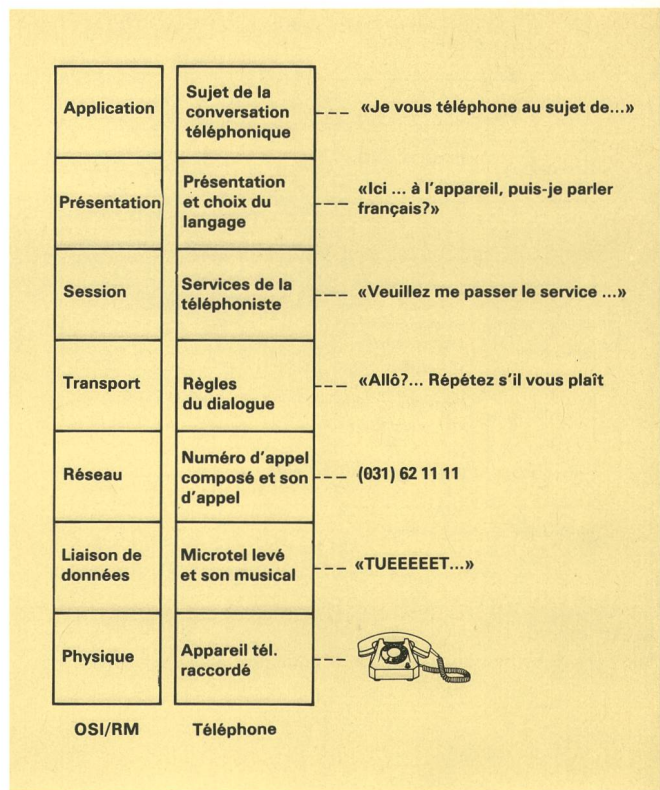


Fig. 17
Analogie entre le modèle OSI de l'ISO et une conversation téléphonique

forme d'une *unité de données de service* (dans la terminologie OSI/RM: SDU = service data unit). Le niveau (n-1) rajoute à la SDU l'information de commande de protocole (PCI = protocol control information) relative au protocole de niveau (n-1). L'association de la SDU et de la PCI forme l'unité de donnée de protocole du niveau (n-1) (PDU = protocol data unit). La PDU de niveau (n-1) est livrée au niveau (n-2) et formera la SDU de ce niveau (fig. 16).

7 Essai de vulgarisation des principes de l'architecture de référence de l'ISO

On peut tenter de vulgariser les principes abstraits du modèle OSI par une comparaison concrète avec les communications usuelles par le téléphone et par la poste. Les analogies présentées ne correspondent pas exactement au modèle, mais permettent d'en comprendre facilement le fonctionnement essentiel.

Examinons tout d'abord l'application du modèle au cas d'une conversation téléphonique. Cette comparaison a été publiée pour la première fois dans [4].

Un usager souhaite téléphoner à la maison X pour demander un renseignement au sujet du prix d'un produit. Observons comment les 7 couches d'abstraction du modèle de référence entrent en action (fig. 17).

Niveau 1

L'appareil téléphonique doit être relié physiquement à une ligne aboutissant au central le plus proche: cette connexion doit satisfaire certaines conventions mécaniques et électriques (protocole de niveau 1).

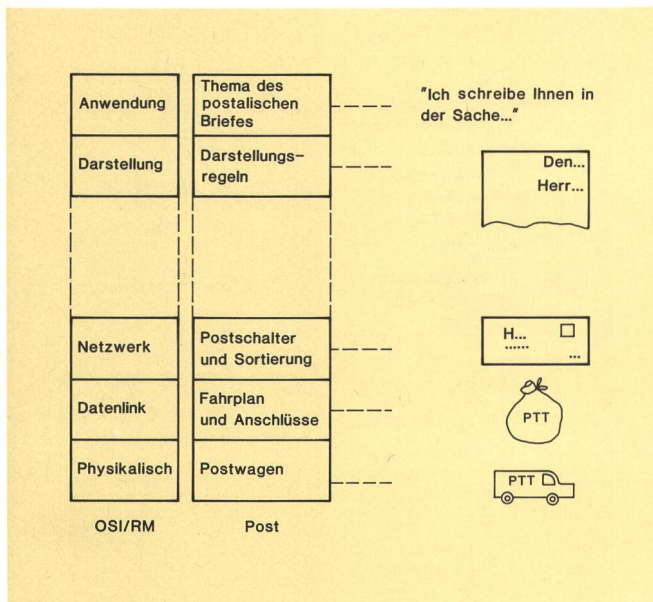


Fig. 18 Analogie zwischen dem ISO/OSI-Modell und Briefpostverkehr

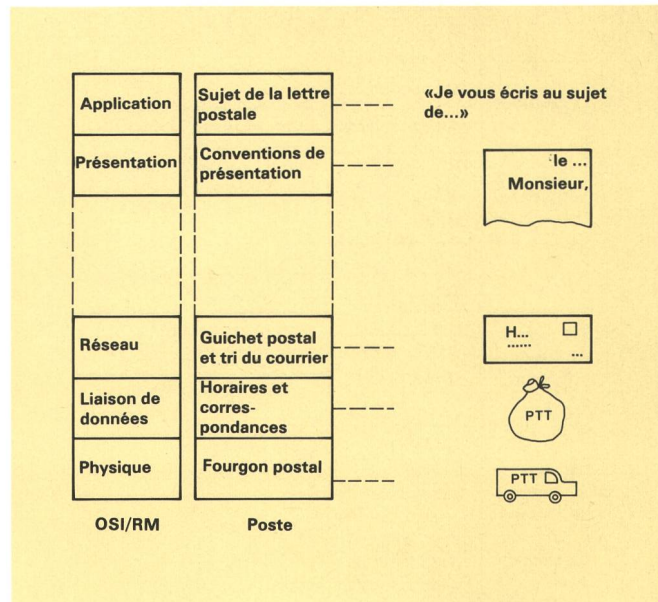


Fig. 18 Analogies entre le modèle OSI de l'ISO et le trafic postal

Schicht 4

Die Telefonistin der Firma X hebt den Hörer ab: Die End-zu-Endverbindung ist durch das Netz hindurch erstellt. Der Rufende wendet in der Folge die Regeln eines Dialoges an oder, anders ausgedrückt, die Regeln einer Halbduplex-Konversation (Schicht 4 Protokoll).

Dabei ist zu beachten, dass die beiden Partner nicht gleichzeitig sprechen. Sollte dies der Fall sein, werden sie sich mit Höflichkeitsformen wieder synchronisieren (Flusssteuerung). Wenn ein Satz des Partners nicht verstanden wird, bittet man um die Wiederholung oder Buchstabierung der Worte (End-zu-End-Fehlererkennung und -korrektur).

Schicht 5

Nachdem die Telefonistin den Namen der Firma genannt hat, wird sie vom Rufenden gebeten, eine Verbindung zum Kundendienst zu schalten. Sie prüft, ob die zuständige Person des Kundendienstes anwesend ist und stellt eine Verbindung (Sitzung, Session) zwischen ihr und dem Rufenden her. Sobald das Gespräch mit dem Kundendienst beendet ist, kann der Rufende bei der Telefonistin eine Verbindung zu einer weiteren Stelle verlangen, ohne seinen Hörer aufzuhängen (Schicht 5 Protokoll).

Schicht 6

Hat der Rufende den Kundendienst erhalten, melden sich beide gegenseitig. Falls nicht die gleiche Sprache gesprochen wird, einigen sich die Partner auf eine beiden verständliche Sprache (Syntaxverhandlung mit Schicht 6 Protokoll).

Schicht 7

Endlich kann die Preisauskunft erfragt und beantwortet werden. Dieses Protokoll enthält als einziges die effektiv nützliche Information (Semantik).

Niveau 2

Dès qu'on soulève le microtéléphone, l'appareil émet un signal au central qui cherche un enregistreur capable de mémoriser les chiffres d'appel. S'il trouve un tel enregistreur libre, il envoie le son musical (protocole de niveau 2).

Niveau 3

L'utilisateur compose le numéro d'appel de la maison X. Une fois celui-ci reçu, le central l'analyse et essaie, avec la collaboration des autres centraux du réseau, de trouver un circuit libre jusqu'à l'abonné appelé. Le réseau envoie alors à l'appelant une tonalité lui confirmant que l'appel retentit chez l'abonné distant (protocole de niveau 3).

Niveau 4

La téléphoniste de la maison X décroche son microtéléphone: la liaison de bout en bout, au-delà du réseau, est établie. L'utilisateur commence alors à appliquer les règles du dialogue, en d'autres termes de conversation bidirectionnelle à l'alternat (protocole de niveau 4).

Il s'agit en outre de veiller à ce que les deux partenaires ne parlent pas en même temps; si cela devait se produire, ils se resynchroniseraient par quelques formules de politesse (contrôle de flux de bout en bout). Si, par hasard, l'appelant n'a pas compris une phrase de son partenaire, il lui demande de la répéter ou à la rigueur d'épeler les mots en question (contrôle d'erreurs).

Niveau 5

Après que la téléphoniste a annoncé sa maison, l'appelant lui demande de le relier au service du marketing. Elle examine si une personne compétente de ce service est disponible et établit une liaison (session) entre elle et l'appelant. Dès que la conversation avec le service du marketing est achevée, l'appelant peut demander à la

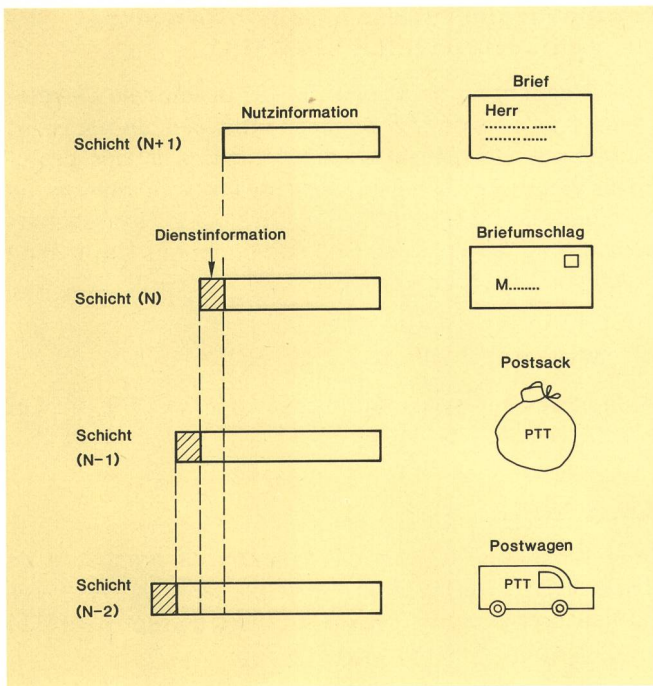


Fig. 19
Beziehungen zwischen Schichten und Dienstinformation

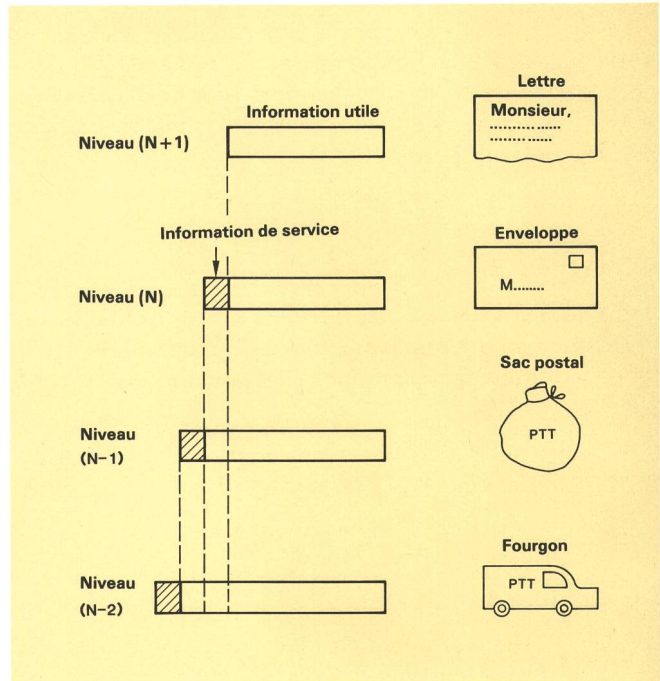


Fig. 19
Relations entre couches et informations de service

Es ist interessant festzustellen, dass sogar bei einer Konversation unter vier Augen die Schichten 1, 4, 6 und 7 durchlaufen werden müssen.

Ein anderer Vergleich kann zwischen dem Modell und der Postzustellung aus der Sicht des Absenders gemacht werden (Fig. 18 und 19). Es kann festgestellt werden, dass im allgemeinen jede Schicht des Modells der Nutzinformation (dem eigentlichen Textteil des Briefes) Dienstinformationen beifügt, die für die entsprechenden Schichten beim Partner bestimmt sind.

Das Darstellungsprotokoll fügt den Briefkopf sowie die Höflichkeitswendungen am Briefende an. Das Netzwerkprotokoll steckt den Brief in einen Umschlag, der die Adresse des Empfängers und allenfalls die des Absenders trägt. Das Leitungsprotokoll gibt ihn in einen mit Dienstinformationen versehenen Postsack. Der Sack seinerseits wird auf einen Postwagen geladen, der den Brief physisch über verschiedene Sortierzentren zum Empfänger leitet.

8 Aktueller Stand der Normierung und des Einsatzes des OSI-Referenzmodells

Auf der Basis der Norm IS 7498 des OSI-Referenzmodells wurden inzwischen weitere Studien durchgeführt für die Realisierung der Funktionen und Protokolle der verschiedenen Schichten. Diese Arbeiten wurden von ISO zusammen mit dem CCITT vorgenommen. Die Resultate auf CCITT-Seite sind in den Empfehlungen der X.200-Serie enthalten [18, 21].

81 Schicht 1

Die vom CCITT normierten Schnittstellen (V.24 und X.20/X.21/X.24) siehe [1, 14, 15].

standardiste d'établir une autre liaison avec un autre service, sans raccrocher pour autant son microtéléphone (protocole de niveau 5).

Niveau 6

Lorsque l'appelant a obtenu le service de marketing désiré, les deux interlocuteurs se présentent. Si les correspondants ne parlent pas la même langue, ils cherchent à trouver une langue (syntaxe) qu'ils comprennent tous deux (protocole de niveau 6).

Niveau 7

L'appelant peut enfin poser sa question concernant le prix du produit désiré et obtient la réponse. Ce protocole est le seul qui contienne réellement l'information spécifique utile (sémantique).

Il est intéressant de noter que, même dans une conversation entre quatre yeux, les couches 1, 4, 6 et 7 restent nécessaires.

En tirant une autre analogie entre le modèle et l'acheminement postal du point de vue de l'expéditeur (fig. 18 et 19), on remarque qu'en général chaque couche du modèle ajoute à l'information utile (le corps de la lettre) des informations de service destinées à la couche correspondante chez le partenaire.

Ainsi, le protocole de présentation ajoute un en-tête et une formule de politesse à la fin du corps de la lettre. Le protocole de réseau met la lettre dans une enveloppe contenant l'adresse du destinataire et, éventuellement, celle de l'expéditeur. Celui du chaînon de données (data link) l'enferme dans un sac postal avec des informations de service. Ce sac est à son tour chargé sur un fourgon postal qui achemine physiquement la lettre à destination en passant par un certain nombre de centres de tri.

82 Schicht 2

Vorwiegend die Leitungsprozedur HDLC von ISO. Andere Prozeduren, die im besonderen für Lokalnnetzwerke (LAN, local area networks) bestimmt sind, werden zur Zeit erarbeitet [27, 28].

83 Schicht 3

Das CCITT-Protokoll X.25 für die Paketvermittlung. Die Verbindungsaufbauphase einer X.21-Verbindung (Leitungsvermittlung) macht auch Gebrauch eines Schicht-3-Protokolls [15].

Der Dienst der Netzwerkschicht wurde allgemein in der CCITT-Empfehlung X.213 festgelegt [18].

84 Schicht 4

Im Jahre 1983 waren die Normierungsarbeiten der ISO so weit fortgeschritten, dass ein Vorschlag für die Transportprotokolle der Schicht 4 den Zustand eines DIS-Dokumentes erreichte. Die Verabschiedung als Internationaler Standard wurde 1984 erreicht.

Die definierten Transportprotokolle sind in fünf Klassen aufgeteilt, die auf die verschiedenen, vom Netzwerkdienst der Schicht 3 zur Verfügung gestellten Zuverlässigkeitsstufen Rücksicht nehmen (Tab. X).

Tabelle X. Nach ISO/OSI-Modell für die Schicht 4 (Transport) vorgesehene Protokollklassen

<p>Klasse 0</p> <ul style="list-style-type: none">– Ursprünglich vom CCITT für den Teletextdienst definiert– Keine Möglichkeiten für Wiederanlauf (recovery)– Setzt ein zuverlässiges Netz voraus <p>Klasse 1</p> <ul style="list-style-type: none">– = verbesserte Klasse 0– Grundfunktionen für Wiederanlauf– Stellt auf die Benutzung eines X.25-Netzes ab <p>Klasse 2</p> <ul style="list-style-type: none">– Fügt den Funktionen von Klasse 1 Multiplexmöglichkeiten bei– Verbesserte Möglichkeiten für Wiederanlauf im Vergleich zu Klasse 1 <p>Klasse 3</p> <ul style="list-style-type: none">– Kombination der Klassen 1 und 2 <p>Klasse 4</p> <ul style="list-style-type: none">– Setzt (im Gegensatz zu den Klassen 0...3) kein zuverlässiges Netz voraus (Verlust und Verdoppelung von Meldungen, Sequenzfehler)– Für Netze mit Datagrammtechnik geeignet
--

Der Transportdienst und die Transportprotokolle sind in den ISO-Dokumenten IS 8072 bzw. IS 8073 spezifiziert [25, 26].

Der Transportdienst und die entsprechenden Protokolle wurden ebenfalls 1984 in die CCITT-Empfehlungen X.214 beziehungsweise X.224 aufgenommen [18].

Die Klasse 0 der ISO/CCITT-Transportprotokolle wird im Teletext-Dienst angewendet (Empfehlung T.70) [20,3].

Dazu ist auch zu erwähnen, dass die CCITT-Empfehlungen X.3/X.28/X.29 für die Paketvermittlung auch Funktionen der Schicht 4 enthalten (Fig. 20).

8 Etat actuel de mise en œuvre du concept du modèle de référence OSI

En se fondant sur la norme IS 7498 du modèle de référence OSI, on a entrepris, dans l'intervalle, de nouvelles études pour la réalisation des fonctions et des protocoles des divers niveaux. Ces travaux sont réalisés en commun par l'ISO et le CCITT. Côté CCITT, les résultats sont consignés dans les Recommandations de la série X.200 [18, 21].

81 Niveau 1

Il s'agit des interfaces normalisées par le CCITT (V.24 et X.20/X.21/X.24) voir [1, 14, 15].

82 Niveau 2

Pour l'essentiel, le niveau 2 concerne la procédure de liaison HDLC de l'ISO. D'autres procédures, destinées particulièrement aux réseaux locaux d'entreprises (RLE) sont en cours d'élaboration [27, 28].

83 Niveau 3

Protocole X.25 du CCITT pour la commutation par paquets. La phase d'établissement d'une communication en mode X.21 (commutation de circuits) fait aussi appel à un protocole du niveau 3 [15].

Le service afférent à la couche du réseau a été défini de manière générale dans la Recommandation X.213 du CCITT [18].

84 Niveau 4

En 1983, les travaux de normalisation de l'ISO étaient suffisamment avancés pour qu'une proposition portant sur un protocole de transport du niveau 4 puisse faire l'objet d'un document DIS. Ce protocole a été adopté en tant que norme internationale en 1984.

Les protocoles de transport définis sont répartis en cinq classes, qui prennent en considération les degrés de fiabilité divers mis à disposition par le service de réseau du niveau 3 (tableau X).

Tableau X. Classes de protocoles envisagées pour le niveau 4 (transport) du modèle OSI de l'ISO

<p>Klasse 0</p> <ul style="list-style-type: none">– Spécifiée initialement par le CCITT pour le service téletex– Pas de possibilité de reprise– Suppose un réseau fiable <p>Klasse 1</p> <ul style="list-style-type: none">– Classe 0 améliorée– Possibilité de reprise de base– Basé sur l'utilisation de X.25 pour le réseau <p>Klasse 2</p> <ul style="list-style-type: none">– Ajoute le multiplexage aux fonctions de la classe 1– Possibilités de reprise améliorées par rapport à la classe 1 <p>Klasse 3</p> <ul style="list-style-type: none">– Combinaison des classes 1 et 2 <p>Klasse 4</p> <ul style="list-style-type: none">– Au contraire des classes 0 à 3 suppose que le réseau n'est pas fiable (pertes et duplications de messages, erreurs de séquences)– Adaptée à la technique des datagrammes pour le réseau

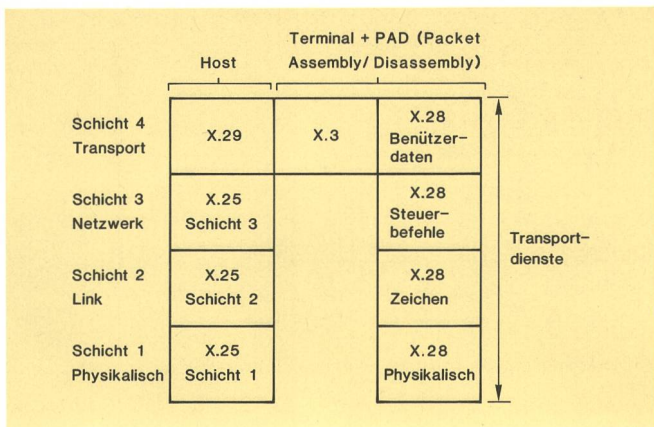


Fig. 20 Transportfunktionen (ISO-Schicht 4) in Verbindung mit den Normen X.25/X.28/X.29

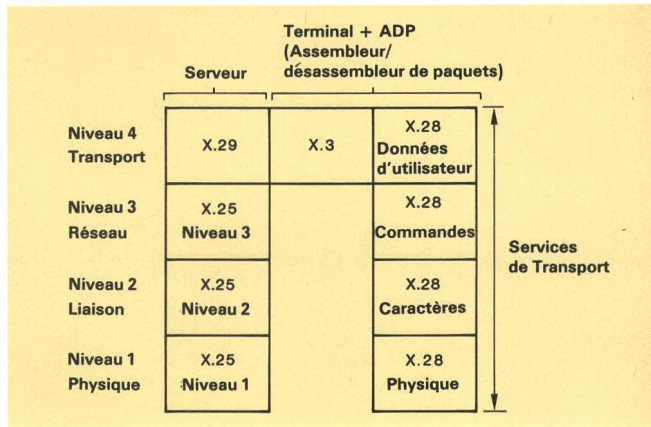


Fig. 20 Fonctions de transport (niveau 4 de l'ISO) en relation avec les normes X.25/X.28/X.29

85 Schicht 5

Als erste Grundlage für die Protokolle der Schicht 5 gilt das Sitzungsprotokoll des Teletex-Dienstes, das 1980 vom CCITT festgelegt wurde [20,3].

ISO und CCITT arbeiteten bei der allgemeinen Definition der Schicht 5 zusammen.

Der Sitzungsdienst und das Sitzungsprotokoll haben 1984 den Stand von Normentwürfen (draft proposal, DP) und 1985 den Stand von Normen (ISO 8326, ISO 8327) [23, 24] erreicht. Im CCITT wurden Dienst und Protokoll schon 1984 als X.215- und X.225-Empfehlungen veröffentlicht [18].

86 Schichten 6 und 7

Der Dienst Teletex [20,3] enthält Protokollelemente der Schichten 6 und 7. Eine strenge Trennung der beiden Schichten wurde vom CCITT aber nicht vorgenommen (Fig. 21).

Le service de transport et les protocoles de transport sont spécifiés dans les documents ISO IS 8072 et IS 8073 [25, 26].

En 1984, le service de transport et les protocoles correspondants ont également été adoptés dans la Recommandation X.214 et X.224 du CCITT [18].

La classe 0 du protocole de transport ISO du CCITT est utilisée dans le service télétex (Recommandations T.70) [20,3].

A ce sujet, il y a lieu de relever que les Recommandations X.3/X.28/X.29 du CCITT contiennent aussi des fonctions du niveau 4 pour la commutation par paquets (fig. 20).

85 Niveau 5

La première base pour les protocoles du niveau 5 est le protocole de session du service télétex fixé en 1980 par le CCITT [20,3].

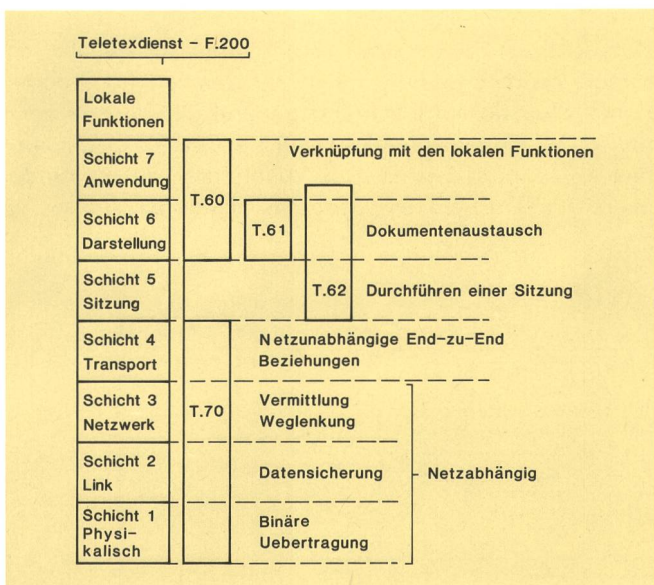


Fig. 21 Beziehungen zwischen den CCITT-Empfehlungen und dem ISO/OSI-Modell für den Teletextdienst

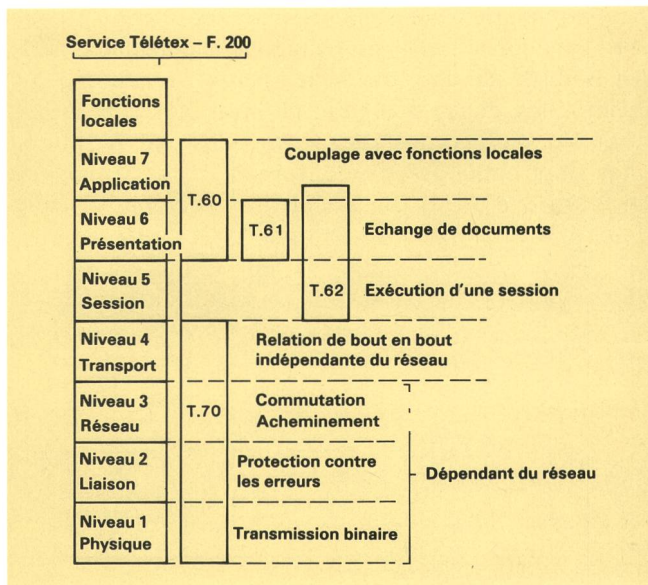


Fig. 21 Relations entre les recommandations du CCITT pour le service télétex et le modèle OSI de l'ISO

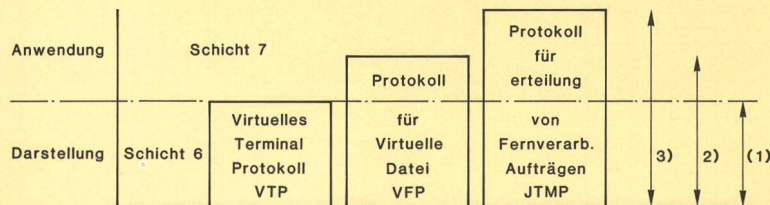


Fig. 22
Aufteilung der Funktionen zwischen den Schichten 6 (Darstellung) und 7 (Anwendung) für die Protokolle VTP, VFP und JTMP

Unter den bereits verwirklichten oder noch im Studium stehenden Arbeiten im Bereich der Schichten 6 und 7 können folgende erwähnt werden:

- die Protokolle der Reihen X.400 des CCITT für die Kommunikation zwischen Mitteilungsdiensten (MHS, message handling systems)
- die Definition von interaktiven Terminals im CCITT (Empfehlung T.100, ehemals S.100)
- das virtuelle Datenerfassungsterminal im Netz Euro-net (data entry virtual terminal, DEVT)
- die ISO-Studien im Blick auf die Spezifikationen eines virtuellen Datei-Transfer-Dienstes (virtual file service, VF) und eines Steuer- und Transfer-Dienstes zur Erteilung von Fernverarbeitungsaufträgen (job transfer and manipulation service, JTM) (Fig. 22).

Wenn es einerseits verhältnismässig einfach ist für die unteren Schichten des OSI-Modells, genügend verallgemeinerte gemeinsame Funktionen zu definieren, die eine Protokollnormierung rechtfertigen, wird die Aufgabe bei den höheren Schichten wegen der grossen Vielfalt der applikationsseitigen Anforderungen wesentlich schwieriger.

Im besonderen wird es für die höheren Schichten schwierig, eine genaue Funktionsunterteilung bei der Protokolldefinition vorzunehmen, wie die Figur 23 im Fall der Protokolle VF und JTM beweist.

Die Textkommunikation stellt einen speziellen Fall dar, da es sich bei ihr um einen genügend allgemein gehaltenen Bereich handelt, der sich für die Normierung gut eignet. Dies dürfte einer der Gründe sein, die zur raschen Normierung des Teletex-Dienstes und der Mitteilungs-Übermittlungssysteme führten. Die Grundsätze der Protokolle dieser Dienste dienten oder werden noch

L'ISO et le CCITT ont collaboré à la rédaction d'une définition générale du niveau 5.

En 1984, le service de session et le protocole de session ont atteint le stade de projets de norme (draft proposal, DP) et en 1985 celui de normes (ISO 8326, ISO 8327 [23, 24]). Le CCITT a publié en 1984 déjà les spécifications du service et du protocole sous la forme des Recommandations X.215 et X.225 [18].

86 Niveaux 6 et 7

Le service télétex [20,3] contient des éléments de protocole de niveaux 6 et 7. Une distinction absolue entre les deux niveaux n'a pas été faite par le CCITT (fig. 21). Parmi les réalisations ou les études effectuées dans le domaine des niveaux 6 et 7, on peut encore citer:

- les protocoles des séries X.400 du CCITT pour la communication entre les services de messagerie (MHS = message handling systems),
- la définition des terminaux interactifs du CCITT (Recommandations T.100, anciennement S.100),
- le terminal virtuel de saisie de données utilisé sur le réseau Euro-net (DEVT = data entry virtual terminal),
- les études ISO visant à spécifier un service de transfert de fichiers virtuels (VF = virtual file service) et un service de manipulation et de transfert pour la soumission de travaux (JTM = job transfer and manipulation service) (fig. 22).

Alors qu'il est relativement simple, pour les niveaux inférieurs du modèle OSI, de définir des fonctions communes d'usage suffisamment général justifiant la normalisation d'un protocole, la tâche devient beaucoup plus ardue pour les niveaux supérieurs, vu la grande diversité des exigences posées par les applications.

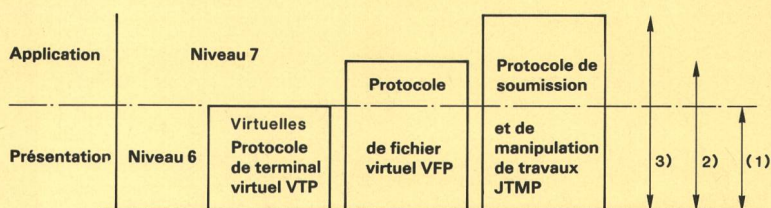


Fig. 22
Répartition entre les niveaux 6 (présentation) et 7 (application) pour les protocoles VTP, VFP et JTMP

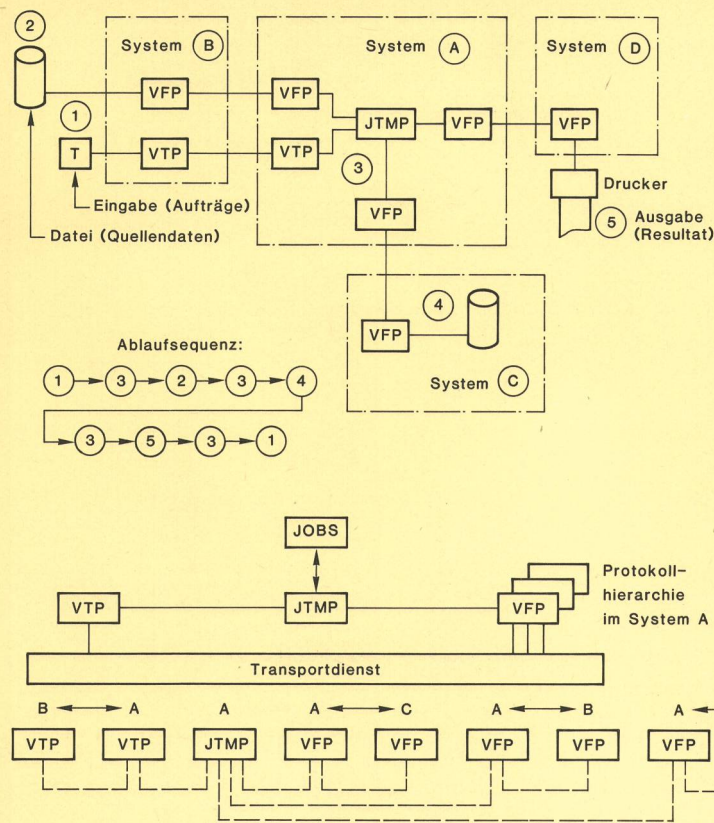


Fig. 23
Beispiel einer verteilten Verarbeitung mit Hilfe der Protokolle VTP, VFP und JTMP

als Basis für andere Applikationstypen dienen (z. B. Datenbankanschluss an eine Videotexzentrale; interaktives Terminal für allgemeinen Gebrauch usw.). Verschiedene nationale und internationale Normierungsgremien arbeiten in dieser Richtung.

87 Das OSI-Modell und die öffentlichen Teleinformatik-Dienste

Neben den erwähnten Teletex- und Mitteilungs(X.400)-diensten ist der Videotex-Dienst aufzuführen, der weiter studiert wird; dies besonders, um in Europa einen wirklich offenen, öffentlichen Dienst für den Zugriff auf Informationssysteme zu erhalten. Die Anstrengungen stützen sich auf das ISO/OSI-Modell, um eine verallgemeinerte Zusammenschaltung von Datenbankssystemen (oder anderen Hosts) mit den Videotexzugriffspunkten (Videotex-«Zentralen») zu ermöglichen.

Großbritannien mit den Prestel-Protokollen, Frankreich mit dem Konzept Architel und Deutschland mit den EHKP¹-Protokollen sind die Länder, die sich auf diesem Gebiet am meisten einsetzen. Die EHKP wurden im Auftrag des Innenministeriums der Bundesrepublik Deutschland entwickelt. Sie enthalten die Stufen 4, 5 und 6, entsprechen aber dem jetzigen Stand der ISO nicht vollständig.

¹ EHKP = einheitliche höhere Kommunikationsprotokolle

Il devient en particulier difficile de définir exactement la répartition des fonctions pour les couches supérieures lors de la définition des protocoles, comme le montre la figure 23 dans le cas des protocoles VF et JTM.

La communication de textes représente un cas particulier, car il s'agit d'un domaine suffisamment général pour qu'il puisse faire l'objet d'une normalisation. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles la normalisation du service télétexte et celle des systèmes de messagerie électronique ont pu avancer rapidement. Les principes des protocoles de ces services ont servi ou serviront encore de base pour d'autres types d'application (par exemple, le raccordement d'une banque de données à un central Vidéotex; un terminal interactif à usage général, etc.). Divers organismes de normalisation nationaux et internationaux ont déjà entrepris des études dans ce sens.

87 Le modèle OSI et les services publics de téléinformatique

A part le service télétexte mentionné plus haut, il faut citer le service Vidéotex qui fait l'objet d'études approfondies, en Europe tout spécialement. L'objectif que l'on vise est d'en faire un service public d'accès à des systèmes informatiques véritablement ouverts. En s'appuyant sur les principes du modèle OSI, on s'efforce de permettre une interconnexion généralisée des systèmes

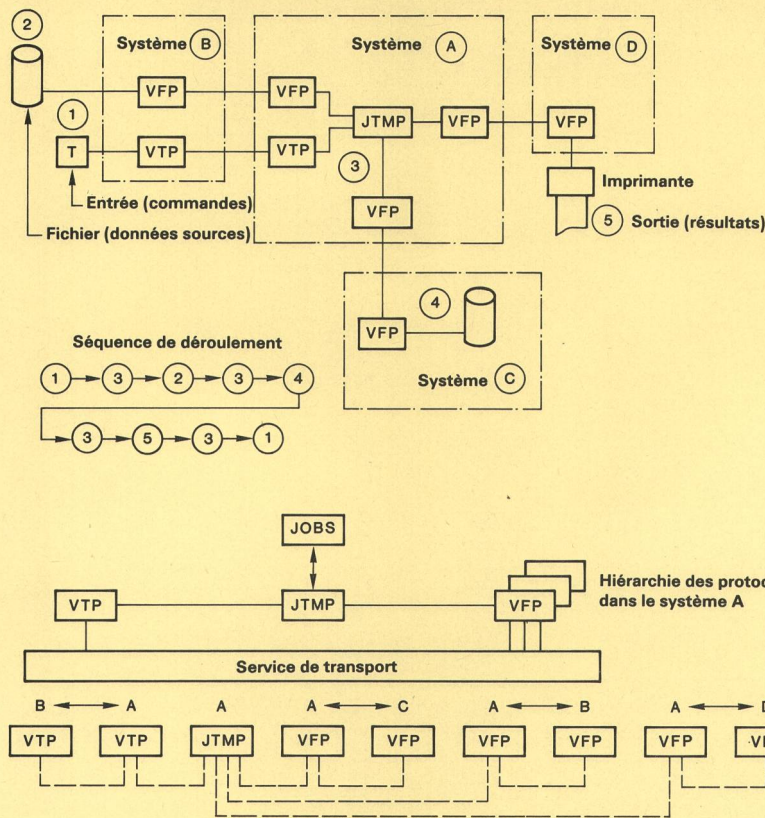


Fig. 23
Exemple de traitement réparti avec les protocoles VTP, VFP et JTMP

1984 wurden vom CCITT die Empfehlungen T.100 und T.101 verabschiedet. Diese stellen noch keinen voll befriedigenden Zustand dar, da sie drei Normenvarianten enthalten, die nationalen Implementierungen entsprechen und somit eine echte internationale Zusammenarbeit in Frage stellen.

Im Bereich der Mitteilungs-Übermittlungsdienste (message handling system, MHS) sieht die Situation wesentlich günstiger aus. Die entsprechenden, 1984 genehmigten CCITT-Normen (X.400-Reihe) stimmen vollständig mit den vorhandenen ISO-Normen für die Schichten 1...7 überein [19].

9 Aufteilung der OSI-Modell-Schichten in den physikalischen Ausrüstungen

Die Teleinformatikausrüstungen benutzen die Schichten 1...7 des Referenzmodells sehr unterschiedlich, je nach Ausrüstung und Realisierungskonzept. *Figur 24* erläutert die mögliche Aufteilung der Schichten für

- einen mit einem Kommunikationsvorrechner gekoppelten Rechner
- einen mit einer Kommunikationssteuereinheit gekoppelten Rechner
- einen Minirechner
- ein intelligentes Terminal (z. B. Teletextterminal oder Personalcomputer)

de banques de données (ou autres serveurs) télématiques, avec les points d'accès au service Vidéotex (centraux Vidéotex).

La Grande-Bretagne avec les protocoles Prestel, la France avec le concept Architel et la République fédérale d'Allemagne avec les protocoles EHKP¹ sont les pays les plus engagés dans ce domaine. Les protocoles EHKP ont été développés sous les auspices du Ministère fédéral de l'intérieur de la RFA. Ils contiennent les niveaux 4, 5 et 6, mais ne correspondent toutefois pas entièrement à l'état actuel de la norme ISO.

En 1984, le CCITT a approuvé les Recommandations T.100 et T.101. Elles ne sont cependant pas encore des solutions entièrement satisfaisantes, étant donné qu'elles comprennent 3 variantes de normes qui correspondent à des implémentations nationales et qu'elles entravent de ce fait une véritable collaboration internationale.

Dans le domaine des services de messagerie (message handling systems, MHS), la situation est nettement plus favorable. Les normes y relatives approuvées par le

¹ EHKP = Einheitliche höhere Kommunikationsprotokolle - Protocoles de communication uniformes de niveau élevé

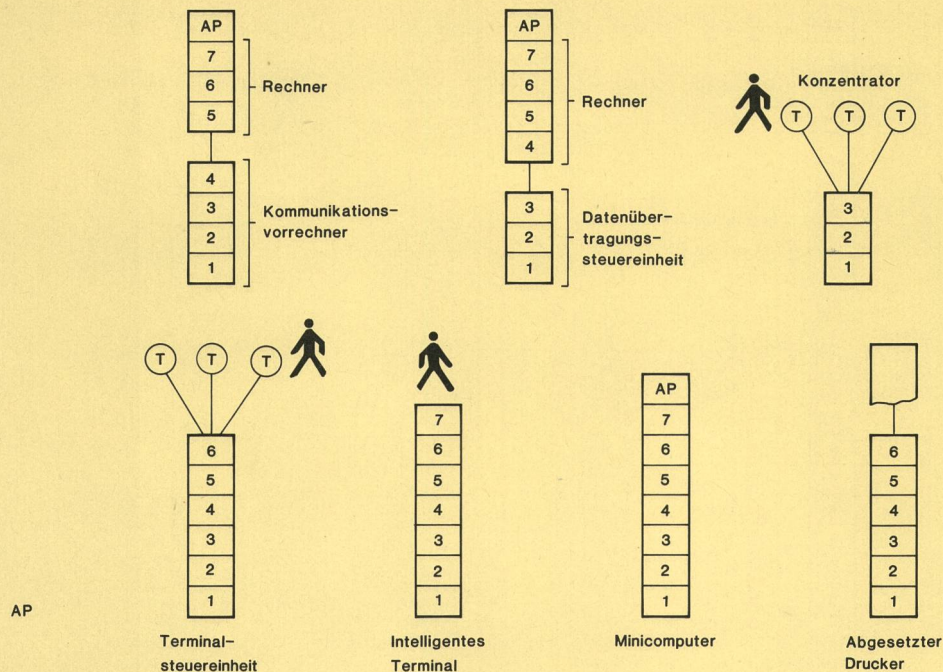


Fig. 24
Beispiele von Aufteilungen der ISO/OSI-Schichten 1...7 für verschiedene Endgeräte
AP: Applikationsprozess

⊙ Einfaches Terminal (z. B. mit Tastatur und Bildschirm)

- eine Terminalsteuereinheit
- einen Konzentrator für asynchrone Terminals
- einen intelligenten, abgesetzten Drucker

10 Schlussfolgerungen

Die Arbeiten, die zur Festlegung der OSI-Architektur für die Zusammenschaltung offener Systeme geführt haben, sind von höchster Bedeutung für die Zukunft der Teleinformatik. Auch wenn der Einsatz der Normen zuerst bei den neuen offenen öffentlichen Diensten wie Teletex oder den X.400-konformen Mitteilungsdiensten Fuss fasst, wird der Rest der EDV-Umwelt sich auch dieser Normen bedienen. Verschiedene EDV-Hersteller, u. a. IBM und DEC, haben schon angekündigt, dass sie ISO/OSI-konforme Produkte entwickeln werden.

Bibliographie

- [1] Jaquier J.-J. Die physikalischen Schnittstellen zwischen Datenendgeräten und Datenübertragungseinrichtung. Techn. Mitt. PTT, Bern 63 (1985) 2, S. 46.
- [2] Jaquier J.-J. Datenübertragungsprotokolle - Prinzipien und Definitionen. Techn. Mitt. PTT, Bern 63 (1985) 3, S. 104.
- [3] Stadler R. Teletex und seine Protokolle. Techn. Mitt. PTT, Bern 63 (1985) 4, S. 215.
- [4] Pitteloud J. Principes de la commutation par paquets. Output, Goldach 9 (1980) 9, 10, 11, 12; 10 (1981) 2, 3, 4.
- [5] Schaeren M. Datenpaketvermittlung: Voraussetzungen und Grundlagen. Techn. Mitt. PTT, Bern 60 (1982) 1, S. 15.
- [6] Pitteloud J. Telepac: Warum und mit welchen Ausrüstungen sich an Telepac anschliessen? Techn. Mitt. PTT, 62 (1984) 3, S. 95.
- [7] Pitteloud J. Telepac: Prozeduren und Anschlussparameter. Techn. Mitt. PTT, Bern 62 (1984) 4, S. 120.

CCITT en 1984 (série X.400) correspondent entièrement aux normes ISO pour les niveaux 1...7 [19].

9 Répartition des niveaux du modèle OSI dans les équipements physiques

Les équipements téléinformatiques mettent en œuvre les niveaux 1 à 7 du modèle de référence, de façon diverse, selon la nature de l'équipement et son principe de réalisation. La figure 24 illustre la répartition possible des couches pour les cas suivants:

- un ordinateur couplé à un frontal de communication
- un ordinateur couplé à une unité de commande de communication
- un mini-ordinateur
- un terminal intelligent (par exemple un terminal télétext)
- un contrôleur de terminaux
- un concentrateur de terminaux asynchrones
- une imprimante intelligente déportée.

10 Conclusions

Les travaux qui ont conduit à l'adoption de l'architecture OSI pour l'interconnexion de systèmes ouverts sont d'importance prédominante pour l'avenir de la téléinformatique. Même si l'emploi des normes ne s'implantera au début que dans le domaine des services publics ouverts, tels que le télétext ou les services de messagerie conformes aux Recommandations X.400, les autres usagers de l'informatique recourront aussi à ces normes. Divers fabricants de matériels informatiques, notamment IBM et DEC, ont déjà annoncé qu'ils développeraient des produits conformes au modèle OSI de l'ISO.

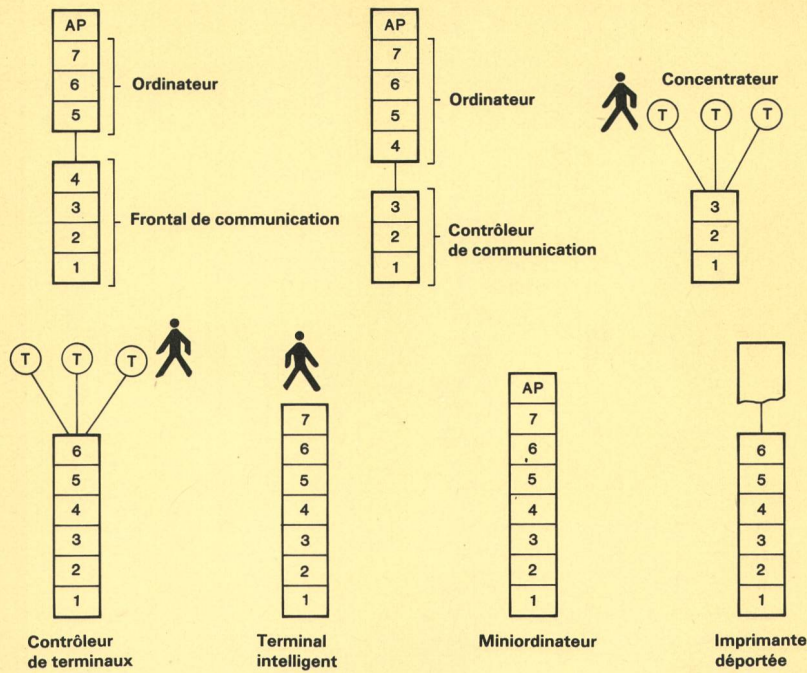


Fig. 24 Exemples de répartition des niveaux 1...7 du modèle OSI de l'ISO pour différents terminaux

AP: Processus d'application

Ⓣ Terminal simple (par exemple, clavier + écran)

- [8] Burgdorfer F. Systemkonzept für den Videotex-Betriebsversuch. Techn. Mitt. PTT, 62 (1984) 10, S. 359.
- [9] Gee K. C. E. und Burkhardt H. J. Kommunikation offener Systeme – Eine Einführung. GMD Spiegel, Bonn (1981), Sonderheft Dezember.
- [10] Davies D. W., Barber D. L. A., Price W. L. und Solomonides C. M. Computer Networks and their Protocols. Chichester, 1979.
- [11] Schicker P. Datenübertragung und Rechnernetze. Stuttgart, 1983.
- [12] Bocker P. Datenübertragung, Band I: Grundlagen, Band II: Einrichtungen und Systeme. Berlin, 1977.
- [13] Jaquier J.-J. Datenkommunikation. Generaldirektion PTT, Bern (1985) PTT 89.11.4.
- [14] CCITT Red Book Vol. VIII.1. Data Communications over the Telephone Network, Geneva 1985.
- [15] CCITT Red Book Vol. VIII.3 Data Communication Networks: Interfaces, Geneva 1985.
- [16] CCITT Red Book Vol. VI.9. Digital Access Signalling System, Geneva 1985.
- [17] CCITT Red Book Vol. III. Integrated Services Digital Network (ISDN), Geneva 1985.
- [18] CCITT Red Book Vol. VIII.5. Data Communications Networks: Open Systems Interconnection (OSI), Geneva 1985.
- [19] CCITT Red Book Vol. VIII.7. Data Communications Networks: Message Handling Systems, Geneva 1985.
- [20] CCITT Red Book Vol. VII.3. Terminal Equipment and Protocols for Telematics Services, Geneva 1985.
- [21] ISO 7498, OSI – Basic Reference Model.
- [22] ISO 8509, OSI – Service Conventions.
- [23] ISO 8326, OSI – Session Service Definition
- [24] ISO 8327, OSI – Session Service Protocol Specification
- [25] ISO 8072, OSI – Transport Service Definition
- [26] ISO 8073, OSI – Transport Service Protocol Specification
- [27] ISO 1745, Basic Mode Control Procedures for Data Communication Systems
- [28] ISO 4335, High-Level Data Link Control Procedures: Element of Procedures