

Fachbericht

ISO / OSI-Referenzmodell

Allgemeine Beschreibung des ISO / OSI-Modells der Datenübertragung
und seine Motivation.
Beispiele seiner Realisierung anhand mehrerer unterschiedlicher Schichten.

Verfasser: Nina Cieply
Mannesmann Datenverarbeitung GmbH

Datum: 9. September 1999

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
1.1. Entstehung von Netzwerken	3
1.2. Standardisierte Datenübertragung	3
2. Basisinformationen.....	4
2.1. Netzerk-Technologie	4
2.2. Datenübertragung	4
2.3. Protokolle	4
3. ISO/OSI - Referenzmodell.....	5
3.1. Inhalt des Modells	5
3.2. Die Bitübertragungsschicht (Schicht 1)	6
3.3. Die Sicherungsschicht (Schicht 2).....	6
3.4. Die Vermittlungsschicht (Schicht 3).....	7
3.5. Die Transportschicht (Schicht 4)	8
3.6. Die Kommunikationssteuerungsschicht (Schicht 5)	8
3.7. Die Datendarstellungsschicht (Schicht 6).....	8
3.8. Die Anwendungsschicht (Schicht 7).....	8
4. Realisierungsbeispiel	9
5. TCP/IP	10
6. Einsatz des OSI-Referenzmodells	10

1. Einleitung

1.1. *Entstehung von Netzwerken*

Früher waren Computer eigenständige, in sich abgeschlossene Systeme. Die Software und Peripherie waren an die bestimmte Aufgabe des Computers angepaßt. Wenn eine zusätzliche Aufgabe erfüllt werden sollte, wie zum Beispiel die Datenausgabe auf einen Drucker, so wurde ein Drucker direkt an den Computer angeschlossen. War der Platz auf dem Plattenspeicher zu knapp, so wurde – falls technisch möglich – ein größerer eingebaut.

Ende der sechziger Jahre hatte das amerikanische Verteidigungsministerium Bedarf, seinen Wissenschaftlern eine Netzwerktechnologie zu ermöglichen, um die über das Land verteilten Rechnerressourcen gemeinsam zu nutzen.

Daneben waren es vor allem Hochschulen und Forschungszentren großer Computerhersteller, die die Netzwerktechnologie ausarbeiteten und weiterentwickelten. Da diese Vernetzungen aber nur innerhalb einzelner unabhängiger Institutionen stattfand, führte es dazu, daß sich von Anfang an grundsätzlich verschiedene Netzwerkstandards entwickelten.

Als nächstes wollte man die bereits aufgebauten Netzwerke unterschiedlicher Systeme untereinander verbinden. Es war jedoch sehr aufwendig, die verschiedenen Standards aneinander anzupassen. Infolge dessen mußten einheitliche Protokolle geschaffen werden, die die Datenübertragung zwischen den verschiedenen Computersystemen standardisieren sollten.

1.2. *Standardisierte Datenübertragung*

Die Internationale Standardisierungsorganisation ISO entwickelte ein Kommunikationsmodell für offene Systeme, das diese Standards schaffen sollte. Als offenes Kommunikationssystem bezeichnet man eine Kombination aus Netzwerkhard- und software, die einen problemlosen Informationsaustausch unabhängig von der Bauart und Ausstattung der Geräte ermöglicht.

1984 wurde dieses Open System Interconnection (OSI) – Modell in der Norm ISO 7498 festgeschrieben. Es stellt einen standardisierten Formalismus zur Beschreibung bestehender Netzwerkarchitekturen dar und bildet den konzeptuellen Rahmen zur Entwicklung zukünftiger Protokolle.

Von der CCITT (Comité Consultatif Télégraphique et Téléphonique) wurden im Rahmen der X.200 – Standardprotokollserie 7 Schichten des Modells veröffentlicht.

2. Basisinformationen

2.1. *Netzwerk-Technologie*

Ein Netzwerk ist ein Mehrbenutzer- und Mehrfunktionssystem, d.h. es ermöglicht mehreren Computeranwendern und –entwicklern, ihre Informationen und Ressourcen gemeinsam zu nutzen. Es besteht im allgemeinen aus einer Gruppe von Computersystemen und Terminals, die über Kommunikationsleitungen miteinander verbunden sind.

Ihre Struktur der Verbindungen zwischen den Stationen in einem Rechnernetz wird als Topologie bezeichnet. Zu den wichtigsten Netzwerkstrukturen zählen Bus-, Ring- und Sterntopologie.

In der Größe lassen sich Netzwerke in LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network) und WAN (World / Wide Area Network) unterteilen.

Ethernet ist ein Bus-orientiertes LAN mit einer theoretischen Übertragungsrate von 10 MBit/Sekunde (Fast-Ethernet mit 100 MBit/Sekunde).

2.2. *Datenübertragung*

Unter Datenverarbeitung versteht man die zweckgerichtete, ein- oder zweiseitige Übertragung von Zeichen oder Daten zwischen einer Person und einer Endeinrichtung oder zwischen zwei Endeinrichtungen untereinander.

Mit dem Begriff Endeinrichtung sind Datenstationen oder Kommunikationssysteme gemeint.

Bei der Datenübertragung unterscheidet man generell nach der Art des zu übertragenden Signals zwischen analogen und digitalen Signalen. Da in der Datenkommunikation in aller Regel mit digitalen Signalen gearbeitet wird, sind auch die Datenübertragungssysteme digital aufgebaut. D.h., die zu übertragenden Nachrichten wird als Bits in einer Folge von Nullen und Einsen codiert.

2.3. *Protokolle*

Protokolle stellen definierte Vereinbarungen über die Art und Weise der Verständigung zwischen zwei Systemen dar. Eine Kommunikation zwischen zwei Partnern würde nicht funktionieren, wenn nicht beide entsprechende Kommunikationsregeln beherrschen und einhalten würden. Wichtige Aufgaben eines Protokolls sind die Adressierung der Kommunikationsendpunkte, die Steuerung des Datenflusses und die Sicherstellung der Datenübertragung.

Eine solche Beschreibung von Netzwerken wird oft anhand von Schichtenmodellen durchgeführt.

Sie werden seit den siebziger Jahren entwickelt.

3. ISO/OSI - Referenzmodell

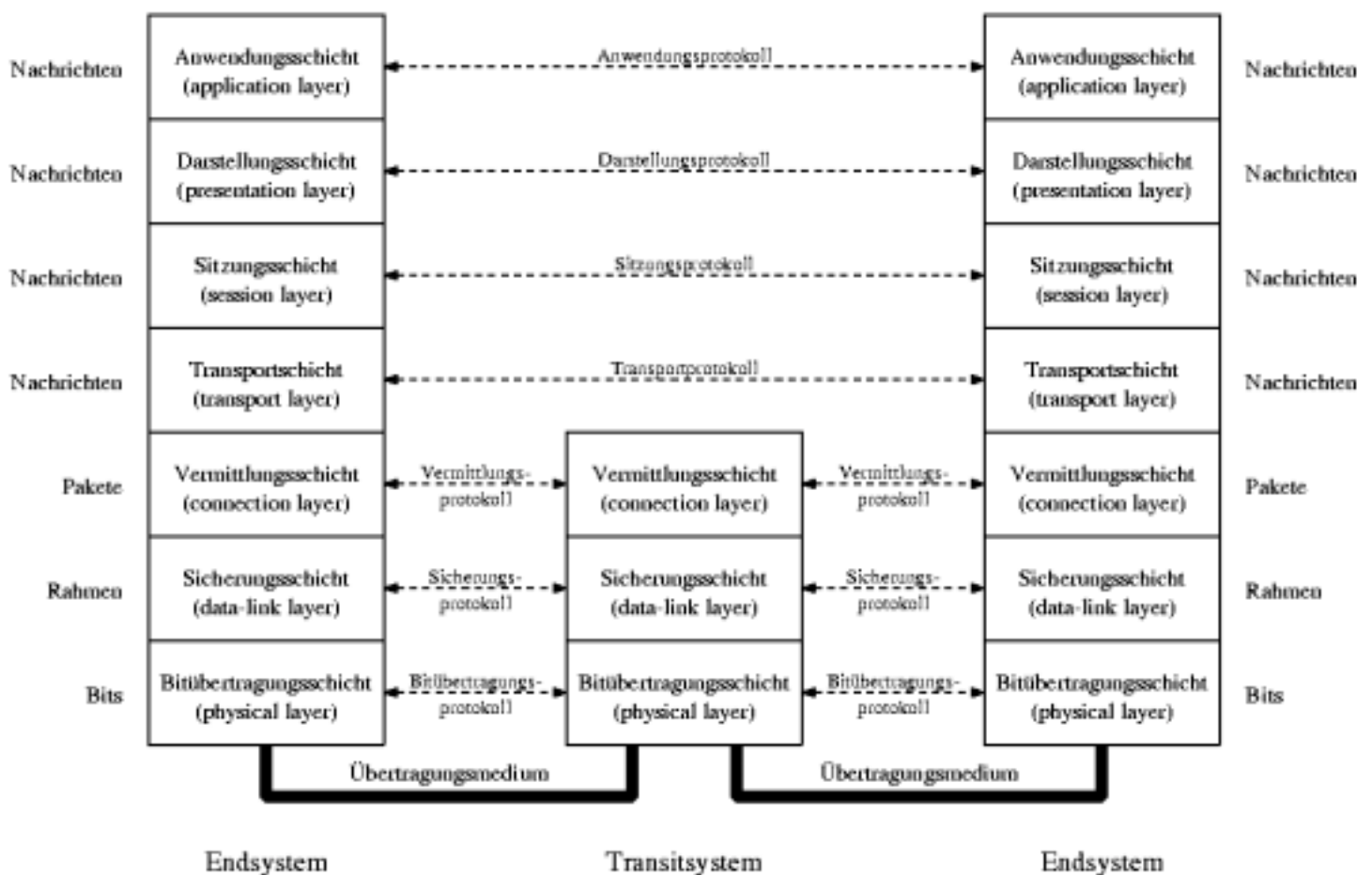
3.1. Inhalt des Modells

Das OSI-Modell (Open Systems Interconnect) dient der Beschreibung eines Netzwerkes. Es enthält verschiedene Protokolle für verschiedene Zweck, die hierarchisch in 7 Schichten angeordnet sind. Jede Schicht erweitert dabei die Funktionalität der darunterliegenden.

Dabei definiert beispielsweise ein Protokoll der ersten Schicht nicht, welche Spannung benutzt wird, sondern daß sich in dieser Schicht um die Spannung zu kümmern ist.

Bereits vorhandene Standards wurden in den Schichten integriert und geeignete Schnittstellen definiert, deren Informationsfluß zwischen den Schichten möglichst gering gehalten wurde.

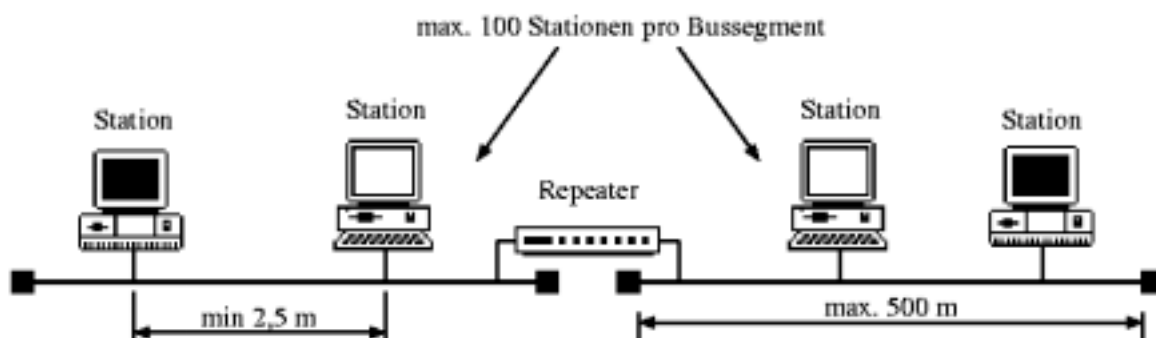
Der Datenstrom verläuft beim Sender von Schicht 7 zur Schicht 1, beim Empfänger umgekehrt. Dabei findet die logische Kommunikation immer zwischen den analogen Schichten der beiden Rechner statt.



3.2. Die Bitübertragungsschicht (Schicht 1)

Diese Ebene dient der Übertragung auf Bitebene. Sie legt alle physikalisch-technischen Eigenschaften der zur Übertragung benötigten Hardwarekomponenten fest, wie z.B. Kabel, Stecker, Spannungspegel oder die Datenübertragungsrate.

Auf dieser Ebene arbeitet der **Repeater**. Er dient als Verstärker, der die maximale Reichweite der Signale erhöht und eine Verlängerung des Netzwerkes ermöglicht, indem er mehrere Segmente miteinander verbindet. Segmente werden die Kabelabschnitte genannt, an die bis zu 100 Computer angeschlossen werden dürfen und deren Länge beschränkt ist (bei Koaxialkabeln auf 500 m).



3.3. Die Sicherungsschicht (Schicht 2)

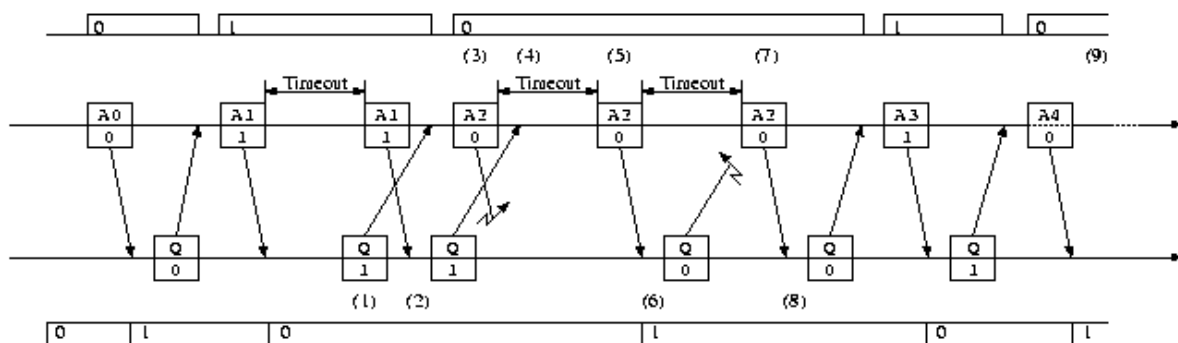
Die Sicherungsschicht hat die Aufgabe, Verbindungen zu anderen Rechnern in einem Netz auf- und abzubauen, sowie eine fehlerfreie Übertragung der Daten sicherzustellen.

Auf der Senderseite bekommt die Sicherungsschicht die Daten als Pakete von der Vermittlungsschicht und teilt sie in Rahmen auf. Diese überträgt sie dann sequentiell zur Zielstation. Die Sicherungsschicht des Empfängers bestätigt bei fehlerfreier Übertragung den korrekten Empfang, nimmt die Daten aus dem Rahmen und leitet sie wieder als Datenpakete an die Vermittlungsschicht weiter.

In der Regel wird die Datenübertragung in Rechnernetzen von vielen unterschiedlichen Faktoren beeinträchtigt. Die Übertragungszeiten der einzelnen Rahmen können stark variieren, oder sie treffen unregelmäßig beim Empfänger ein. Des weiteren könnte es passieren, daß sich beim Zielrechner ein Rahmenstau bildet, da die Daten nicht schnell genug an die Vermittlungsschicht weitergegeben werden können.

Um diese Störungen abfangen zu können, existiert eine Vielzahl von Protokollen, die eine gesicherte Datenübertragung ermöglichen. Es wird dem Sender beispielsweise vorgeschrieben, seine Datenrahmen mit zeitlichen Verzögerungen abzuschicken, damit der Empfänger seine Daten an die Vermittlungsschicht weitergeben kann. Außerdem hat dieser bei korrektem Erhalt der Daten eine Empfangsbestätigung zurückzusenden. Vom Sender wird nach Absenden eines Datenrahmens ein Timer gestartet. Läuft dieser ab, ohne daß eine Quittung vom Empfänger eintrifft, muß der Rahmen erneut gesendet werden. Damit der Empfänger entscheiden kann, auf

welchen Datenrahmen sich seine Quittung beziehen soll, wird definiert, daß der Quittungsrahmen die Folgenummer des Datenrahmens zurücksendet. Außerdem haben beide Seiten eine Liste zu führen, in der die Folgenummern der noch nicht fertig abgearbeiteten Datenrahmen geführt werden.



Die aktive Komponente dieser Schicht ist die **Bridge**, die eine Kopplungseinheit zur Verbindung von Netzen darstellt, welche unterschiedliche Übertragungsmedien benutzen. Sie verbindet also z. B. ein Kupferkabelnetz mit einem Koaxialkabelnetz.

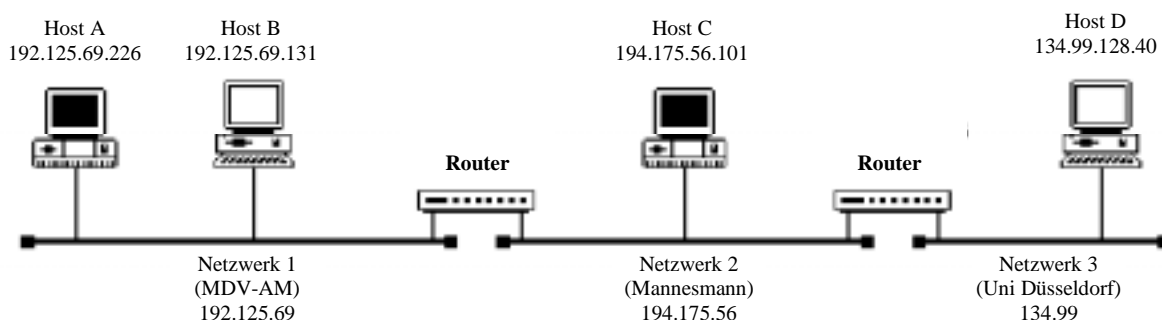
3.4. Die Vermittlungsschicht (Schicht 3)

Aufgabe dieser Schicht ist es, Datenpakete vom Ursprung zum Bestimmungsort zu befördern. Sie stellt die oberste Schicht dar, die bei der Verbindung zwischen unterschiedlichen Netzwerkarchitekturen nötig ist.

Ein Protokoll der Vermittlungsschicht ist das **Internet-Protokoll (IP)**. Es existierte bereits vor dem OSI-Modell und eignet sich für LANs und WANs. Die als Hosts bezeichneten Computer oder Terminals erhalten eine eindeutige IP-Adresse, bestehend aus einer 32-Bit-Integergröße (Bsp.: 192.125.69.226). Diese Adresse setzt sich aus der Net-ID, evtl. einer Subnet-ID und einer Host-ID zusammen. Dabei wird die Net-ID von dem Network Information Center (NIC) zugewiesen.

Das **X.25-Protokoll** ist im WAN sehr verbreitet und arbeitet im Gegensatz zu IP verbindungsorientiert, d. h. während der gesamten Datenübertragung existiert eine virtuelle Verbindung zwischen Sender und Empfänger und nur das erste Datenpaket enthält die Zieladresse.

Ein **Router** ist dafür zuständig, mit Hilfe der in jedem Datenpaket enthaltenen Adreßangaben einen Weg zu wählen, indem er mit den einzelnen Stationen über definierte Routing-Protokolle kommuniziert. Er stellt den aktiven Bestandteil dieser



Schicht dar.

3.5. Die Transportschicht (Schicht 4)

Die Transportschicht bildet das Bindeglied der oberen Anwendungsschichten und der unteren Systemschichten. Sie ist die unterste Schicht, die eine direkte virtuelle Ende-zu-Ende Verbindung ohne ein Transitsystem aufbaut. Deshalb muß sie sicherstellen, daß die Nachrichten den Empfänger fehlerfrei, in der richtigen Reihenfolge und ohne Verluste oder Vervielfältigung erreichen. Aufgabe dieser Schicht ist es außerdem, den logischen Namen des Empfängers in die eindeutige Netzadresse umzuwandeln (Bsp.: www.it-mannesmann.de → 194.175.56.101).

In dieser Schicht sind das Transmission Control Protocol (TCP) und das User Datagram Protocol (UDP) implementiert. Das TCP steuert und kontrolliert den Verbindungsaufbau und deren Beendigung. Es verpackt die Daten der 5. Schicht in Pakete und leitet sie mit zusätzlichen Informationen, wie Prüfsummen, Folgenummern oder Paketgröße an die 3. Schicht weiter. Da die vom TCP bereitgestellten Funktionen oft nicht genutzt werden und die Übertragung unnötig verlangsamen, existiert außerdem das UDP, welches nur eine ungesicherte Übertragung zur Verfügung stellt.

3.6. Die Kommunikationssteuerungsschicht (Schicht 5)

Die Kommunikationssteuerungsschicht ist die unterste der drei Anwendungsschichten. Sie dient der Dialogverwaltung und ermöglicht es zwei Anwendungen auf verschiedenen Computern eine Verbindung herzustellen, zu nutzen und zu beenden. Dabei regelt sie die Zugangskontrolle z.B. durch Stationsnamen und Paßwortabfrage. Nach einer Unterbrechung durch einen Fehler auf den unteren Ebenen wird die Sitzung synchronisiert und wieder aufgebaut.

3.7. Die Datendarstellungsschicht (Schicht 6)

Hier werden die Daten aus der Anwendungsschicht in ein für den Datenaustausch verständliches Format übersetzt, bzw. das Zwischenformat wird in ein dem Zielcomputer angepaßtes Format umgewandelt, was auch die Anpassung von Bildschirm- und Druckformaten beinhaltet. D.h. hier werden unterschiedliche Datenformate abgestimmt, aber auch Daten ver- bzw. entschlüsselt und komprimiert bzw. dekomprimiert.

3.8. Die Anwendungsschicht (Schicht 7)

In der Anwendungsschicht werden die eigentlichen anwendungsspezifischen Funktionen zur Kommunikation vereinbart. Sie bildet die Schnittstelle für das Anwendungsprogramm und dient als Fenster für den Zugriff auf Netzwerkdienste. Außerdem hat die Anwendungsschicht Zugriff auf die Netzwerkressourcen, wie Festplatten oder Netzwerkdrucker.

Anwendungsprogramme für den Netzbetrieb sind z. B. Programme für File-Transfer, eMail, Netzwerkverwaltung und -kontrolle und verteilte Datenbanken.

4. Realisierungsbeispiel

Die Benutzung einer Online-Suchmaschine (z. B. Yahoo) würde sich in einem entsprechend dem ISO-Referenzmodell gestalteten Kommunikationssystem folgendermaßen darstellen (Endstationen sind der Rechner des Benutzers und der Datenbankrechner der Suchmaschine):

Anwendungsschicht: Der Benutzer ruft auf seinem Rechner einen Internet-Browser auf (z.B. Internet Explorer oder Netscape Navigator) und gibt die Adresse des Suchdienstes ein (www.yahoo.de).

Datendarstellungsschicht: Die Benutzereingaben werden in ein für den Browser verständliches Format umgewandelt.

Kommunikationssteuerungsschicht: Nach Überprüfung der Zugangsberechtigung stellt der PC die Verbindung zum Rechner der Suchmaschine her.

Transportschicht: Hier wird nötiger Speicher zum Zwischenspeichern von Nachrichten belegt. Außerdem wird der logische Adreßname in die IP-Adresse der Suchmaschine umgewandelt (www.yahoo.de → 195.67.49.95). Diese Adresse wird mit der Mitteilung, die Verbindung aufzubauen, nun weitergegeben.

Vermittlungsschicht: Der Router sucht jetzt einen Weg über verschiedene Vermittlungs- und Netzverbindungsrechner (ebenfalls Router oder Gateways) zum Rechner der Suchmaschine.

Transportschicht: Auf dem Endsystem der Suchmaschine wird ebenfalls Speicherplatz für den Pufferspeicher belegt und die Netz-IP-Adresse in einen logischen Namen für den Rechner übersetzt.

Kommunikationssteuerungsschicht: Die Verbindung wird aufgebaut und die Zugangsberechtigung abgefragt. Nun wird die Sitzung eröffnet.

Datendarstellungsschicht: Die Anfrage wird in eine dem Server der Suchmaschine verständliche Form übersetzt.

Anwendungsschicht: Das Serverprogramm erkennt, das es angesprochen wurde und sendet die Startseite zurück. Auf der anderen Seite wird dem Benutzer die Verbindungsaufnahme bestätigt. Er kann jetzt seine Suchanfrage stellen.

Beendet der Benutzer die Abfrage, bauen nacheinander die Kommunikationssteuerungsschichten, dann die Transportschichten die Verbindung wieder ab.

5. TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol) stammt ursprünglich aus dem militärischen Bereich und ist, ebenso wie OSI, eine Kommunikationsarchitektur, besteht allerdings nur aus vier Schichten. Die TCP/IP-Protokollfamilie wurde bereits vor dem OSI-Modell entwickelt, weshalb die OSI-Schichten nicht eindeutig auf die TCP/IP-Schichten abgebildet werden können, bieten aber insgesamt die gleiche Funktionalität. Sie bilden die Grundlage des heutigen Internet, da sie sich durch einen einfachen Aufbau und große Flexibilität auszeichnen.

6. Einsatz des OSI-Referenzmodells

Mittlerweile haben sich offene Netzwerkkonzepte weitgehend durchgesetzt. Unternehmen sind dadurch bei der Auswahl von Arbeitsplatzrechnern und Servern nicht mehr an einen Produzenten gebunden, was auch den Wettbewerb unter den Hersteller fördert. Offene Netzwerkstandards bieten zudem die Möglichkeit für eine Automatisierung der Geschäftsbeziehungen zu Kunden, Lieferanten, Banken etc..

Bisher werden die OSI-Standards hauptsächlich in staatlichen Bereichen angewendet, wie z.B. im Deutschen Forschungsnetz oder dem US-Verteidigungsministerium, das damals den Anstoß zur Entwicklung der TCP/IP-Protokolle gab und diese auch noch bis 1990 einsetzte.

Komplette OSI-Netze existieren heute aber noch nicht, da einige Standards bzw. entsprechende Produkte noch nicht verfügbar sind und die Umstellung auf das OSI-Modell sehr komplex ist. Die sehr starke Verbreitung der TCP/IP-Protokolle ist ein weiterer Grund, was unter anderem als Ursache den sehr langsamen Normungsprozeß für den OSI-Standard hatte.

Praktisch hat sich das ISO/OSI-Referenzmodell also bisher nicht durchsetzen können, wird jedoch für die Beschreibung der verschiedenen Protokollwelten verwendet.