

Technische Grundlagen

Allgemeines über Computernetze

Die Beschreibung der Kommunikation in Computernetzwerken erfolgt in der Regel über Standards. Das Ziel aller Standardisierungsbemühungen sind offene Kommunikationssysteme, d.h. Kommunikationsmöglichkeiten zwischen unterschiedlichen Rechnern, Betriebssystemen und Netzwerkmodellen.

Zur vereinfachten Darstellung des komplexen Vorgangs der Datenübertragung zwischen zwei Rechnern hat sich das Schichtenmodell für die Beschreibung bewährt. Jede Schicht bietet der ihr übergeordneten Schicht einen Dienst an (Server) und kann die Dienste der unter ihr liegenden Schicht in Anspruch nehmen (Client), ohne ihre Funktionsweise zu kennen. Dem Anwender bleibt die Schichtung verborgen.

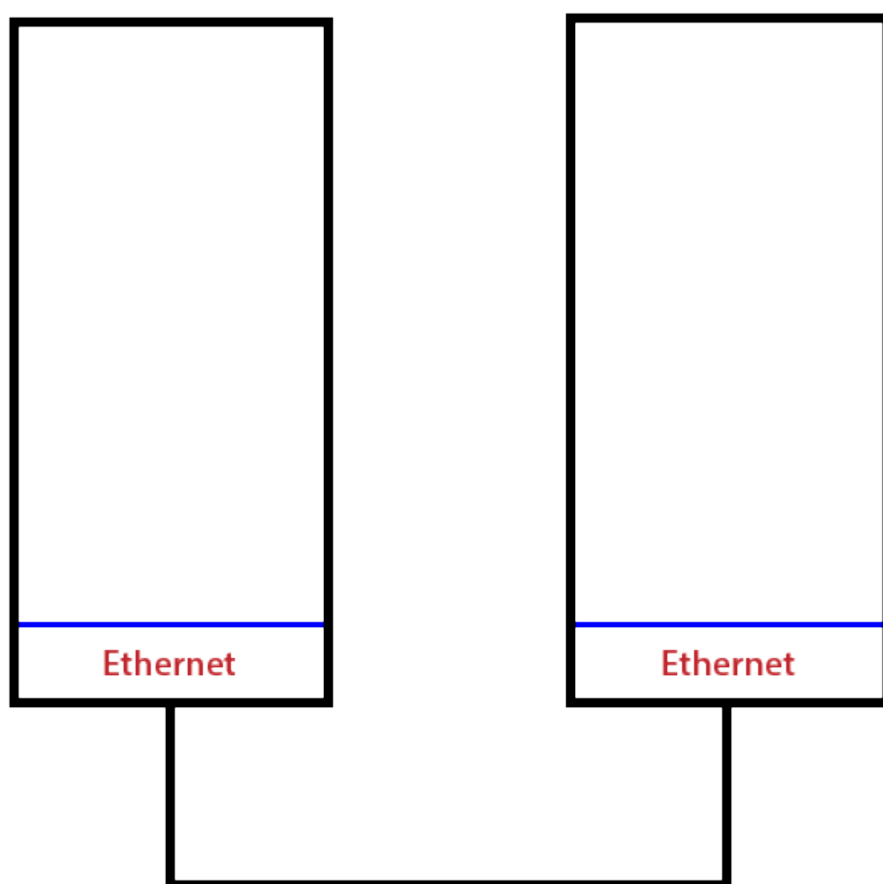
Im Unterschied zu den Diensten, die für die vertikale Kommunikation zwischen den Schichten verantwortlich sind, regeln Protokolle den Ablauf der Kommunikation zweier Partner auf der gleichen Ebene. Die Protokolle regeln demnach die horizontale Kommunikation. Ähnlich wie die Unterhaltung zweier Personen gewissen Regeln unterworfen ist, ist dies also auch bei der Verständigung zweier Rechner notwendig.

Vernetzung mit Ethernet und TCP/IP

Ethernet

Zur Vernetzung zweier Computer wird eine elektrische Verbindung zwischen ihnen benötigt. Ganz schlicht gesprochen muss ein Kabel verlegt werden, und dieses muss an den Computern angeschlossen werden können, die Computer müssen also über eine bestimmte Hardware verfügen. Im einfachsten

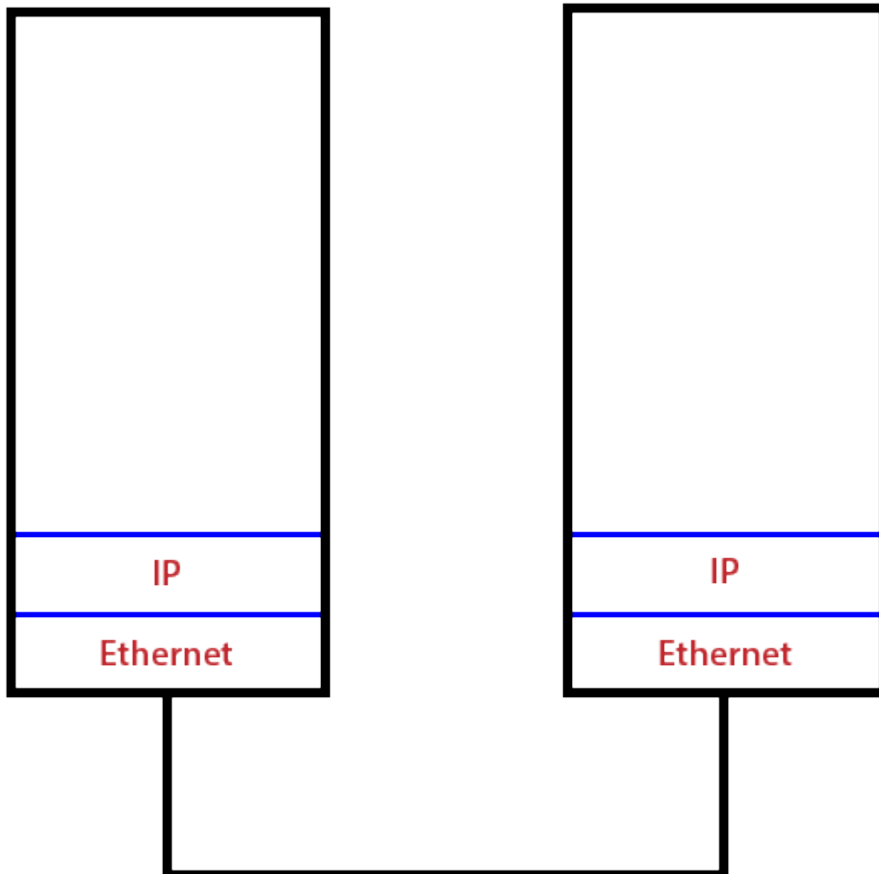
Fall werden heute Ethernet-Steckkarten als Netzwerkadapter verwendet. Als Kabelverbindung dazwischen kann Twisted-Pair-Kabel oder Koaxialkabel verwendet werden. Die Ethernet-Hardware ist in der Lage, in einem Standard festgelegte elektrische Signale zwischen diesen beiden Ethernetkarten auszutauschen, die zugehörige Treibersoftware sorgt für korrekten Betrieb. Mehr als einzelne Bits ohne tiefere Bedeutung können die Computer jetzt aber noch nicht austauschen.



IP

Über den Ethernet-Hardwaretreibern wird nun das Internet Protocol IP angeordnet. Es bündelt die zu übertragenden Daten in Pakete mit Absender- und Empfängeradresse und gibt diese Pakete zur Übertragung nach unten an die Ethernet-Schicht weiter. Auf der anderen Seite nimmt IP die Pakete von der

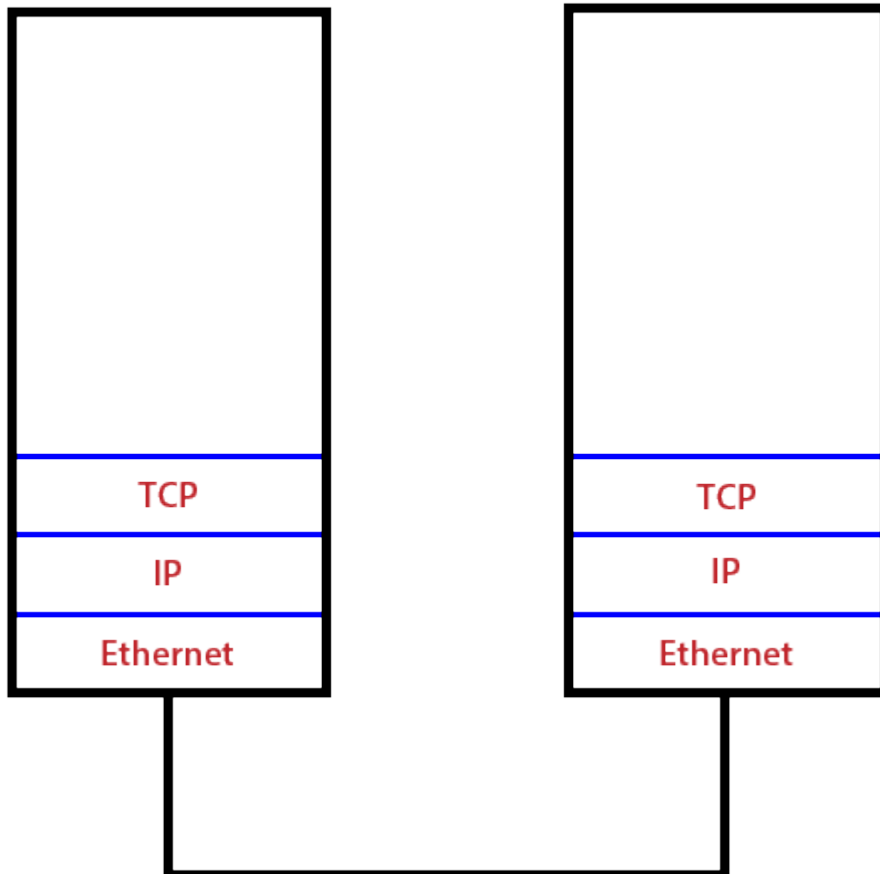
Ethernet-Schicht in Empfang und packt sie aus. Die Datenübertragung ist nun schon etwas komfortabler, da jetzt ganze Pakete ausgetauscht werden. Allerdings fehlt noch jeglicher Mechanismus um feststellen zu können, ob alle Pakete angekommen sind und welche Reihenfolge diese haben müssen.



TCP

Über die IP-Schicht wird nun die Transmission Control Protocol-Schicht TCP gelegt. Diese überwacht die Übertragung, fordert fehlende Pakete erneut an und bringt sie in die korrekte Reihenfolge. Die beiden Protokoll-Schichten TCP und IP werden in der Regel zusammengefasst zu TCP/IP, und da diese übereinander liegen, spricht man auch oft vom TCP/IP-Protokoll-Stapel oder TCP/IP-Protokoll-Stack. TCP/IP wird auch als Protokollfamilie bezeichnet, da es eine Reihe weiterer Protokolle enthält, die bestimmte Dienste im Internet erst

ermöglichen. Diese weiterführenden Protokolle stellen sicher, dass sich der Anwender nicht mit der Übertragung irgendwelcher Pakete beschäftigen muss.

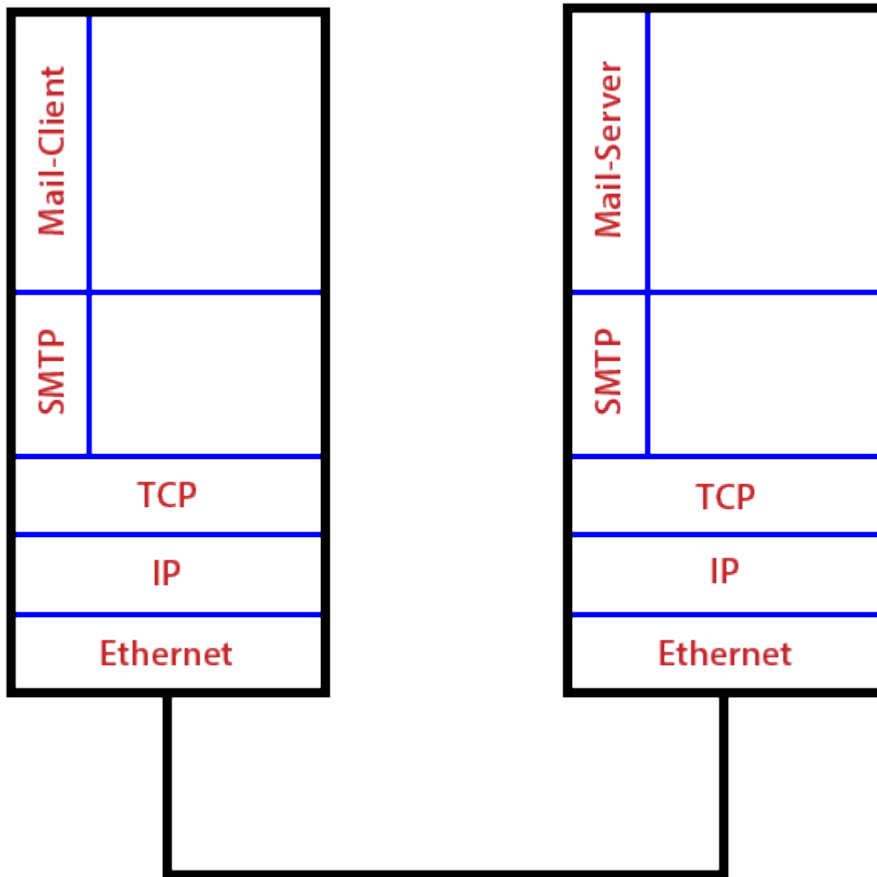


SMTP

Für den Dienst [E-Mail](#) setzt nun auf die TCP-Schicht ein Protokoll zum Austausch elektronischer Briefe auf, das Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). Der Anwender bedient aber lediglich eine Software, die E-Mails mit Hilfe von SMTP austauscht, z.B. einen der E-Mail-Clients Microsoft Outlook oder Mozilla Thunderbird.

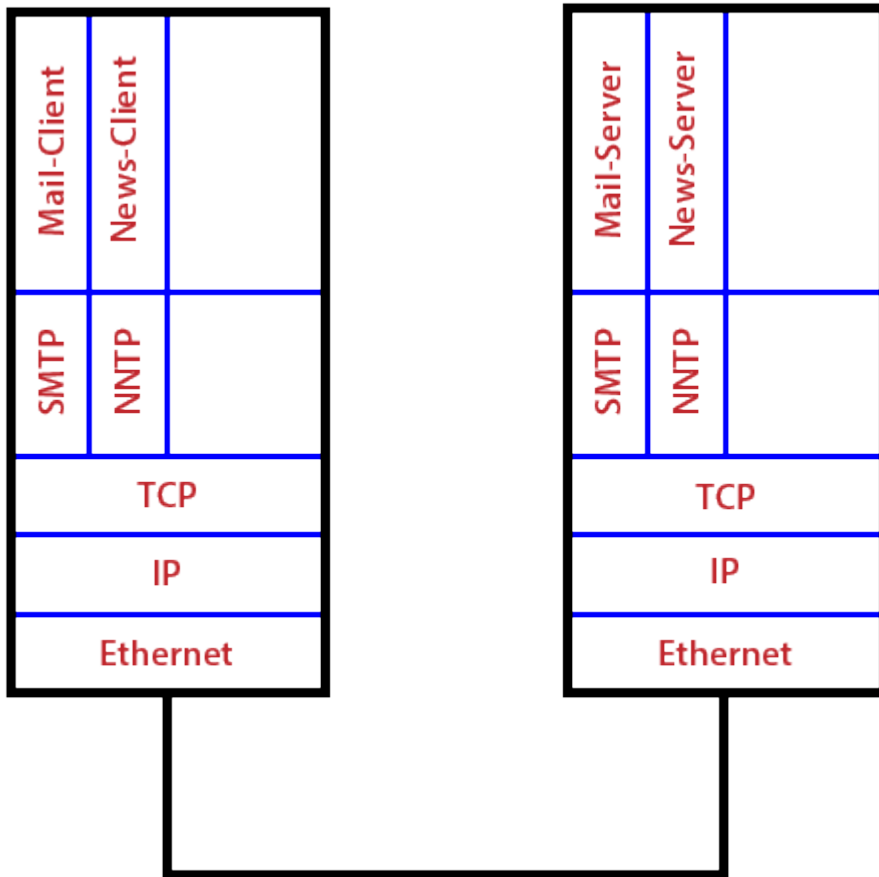
Wird nun in einem E-Mail-Client eine Nachricht verfasst, so gibt sie der Client nach unten an die SMTP-Schicht weiter, diese an die TCP-Schicht, diese an die IP-Schicht, diese an die Ethernet-Schicht und dort erst geschieht die wirkliche physikalische Übertragung. Auf der Empfängerseite läuft dieser

Vorgang in umgekehrter Reihenfolge ab.



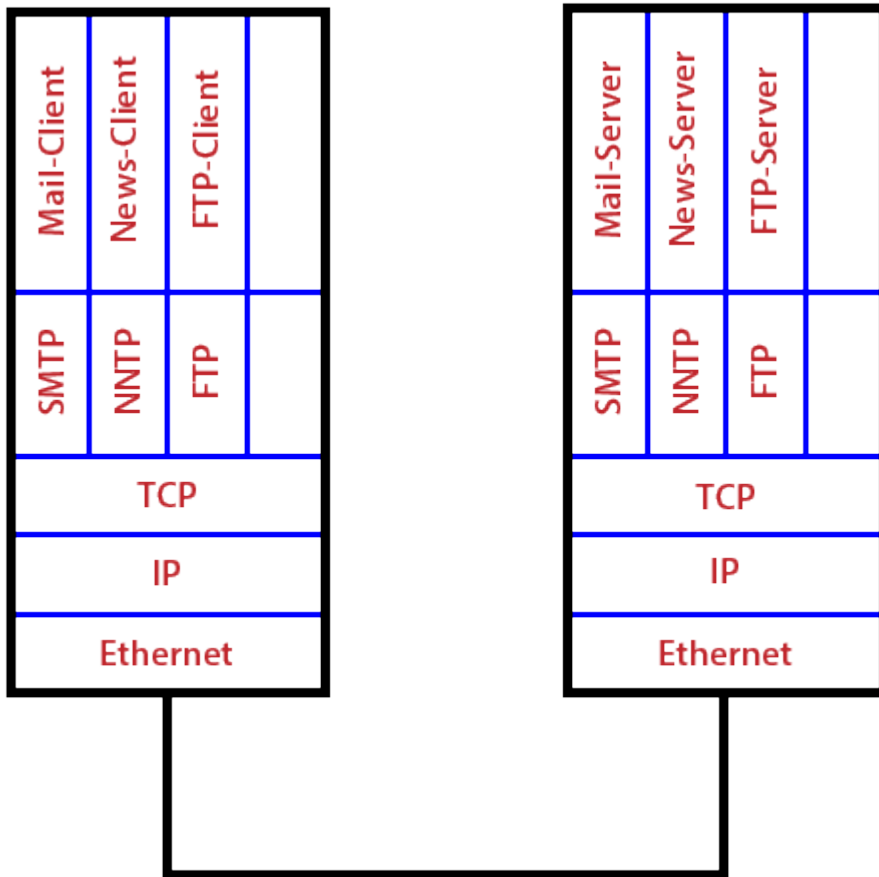
Newsgroups

Für weitere Dienste setzen auf TCP auch weitere Protokolle auf, so z.B. Net News Transfer Protocol (NNTP) für [Newsgroups](#). News-Clients sind z.B. Microsoft Mail und Mozilla Thunderbird.



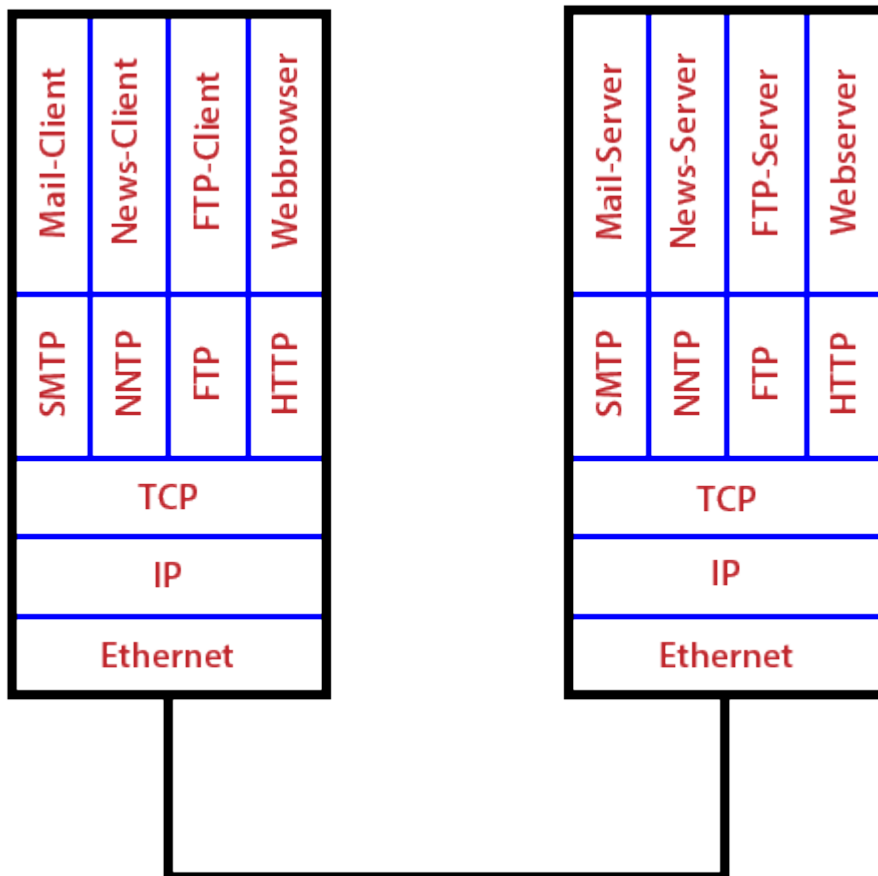
FTP

Mit dem Dienst [FTP \(File Transfer Protocol\)](#) werden Dateien über das Internet übertragen. Das zugehörige Protokoll heißt ebenfalls File Transfer Protocol (FTP).



HTTP

Für den Dienst [WWW \(World Wide Web\)](http://www) wird das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) eingesetzt, darauf basieren die Webbrowser wie z.B. Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome und Opera.



Schichtenmodell oder ISO/OSI-Referenzmodell

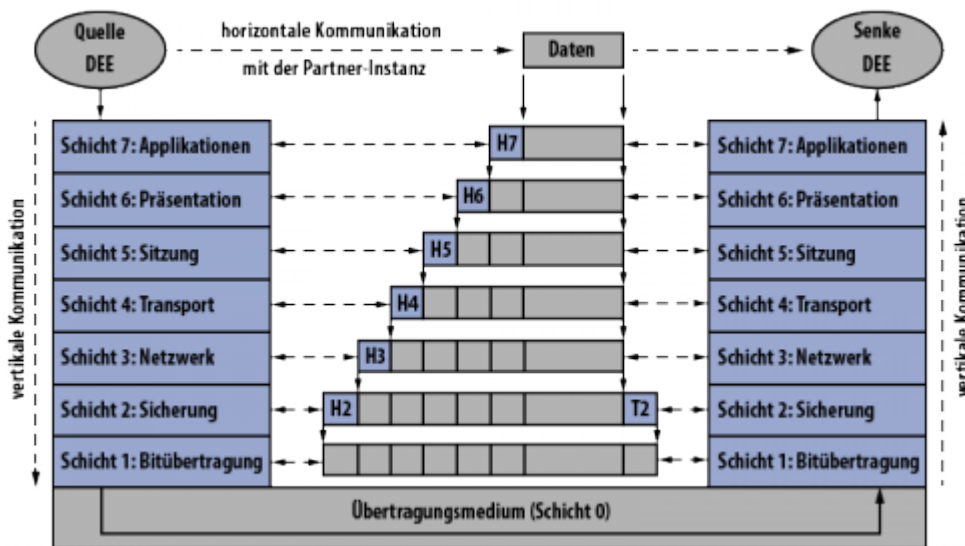
Das eben entwickelte Schichtenmodell steuert die Kommunikation im Internet und in lokalen Netzen, die auf der gleichen Technik basieren. Obwohl es vereinfacht dargestellt wurde, sind die fünf wesentlichen Schichten zu erkennen. Ganz wesentlich für das Schichtenmodell ist, dass jede Schicht ausschließlich mit der direkt darüber und der direkt darunter liegenden Schicht kommuniziert.

Deshalb können die einzelnen Schichten auch leicht ausgetauscht werden: Statt Ethernet kann Token Ring zum Einsatz kommen, der TCP/IP-Stack kann z.B. TruSocket oder TCP32 von Microsoft sein, als E-Mail-Clients können z.B. Microsoft Outlook oder Mozilla Thunderbird eingesetzt werden.

Die Entwicklung des Schichtenmodells orientiert sich seit dessen Entwicklung an internationalen Standards. Der Standard, auf denen alle Netzwerkmodelle basieren, ist das ISO/OSI-Referenzmodell, welches aus sieben Schichten besteht.

In diesem Modell wird ein zu übertragendes Datenpaket von der Datenendeinrichtung (DEE) der Quelle erzeugt und durchläuft modellhaft die Schichten 7 bis 1 in vertikaler Richtung. Hierbei fügt jede Schicht dem übergebenen Nutzdatenpaket (Payload) Protokollinformationen am Paketanfang (Header) oder am Paketende (Trailer) hinzu. Eine Protokollinformation am Paketanfang stellt einen Protokollvorspann dar und erweitert das Nutzdatenpaket in den Schichten 2 bis 7 um die Header H2 bis H7. Eine Protokollinformation am Paketende stellt einen Protokollnachspann dar und erweitert das Nutzdatenpaket in der Schicht 2 um den Trailer T2. Auf der Schicht 1 wird das so erzeugte Nutzdatenpaket über das physikalisch vorhandene Übertragungsmedium transportiert.

Auf der Empfängerseite durchläuft das Paket die Schichten 1 bis 7 in umgekehrter Richtung. Hierbei werden die auf der Senderseite hinzugefügten Protokollinformationen schichtweise wieder entfernt, und das Datenpaket wird in der ursprünglichen Form an die Datenendeinrichtung (DEE) der Senke übergeben. Das OSI-Referenzmodell hat keine praktische Bedeutung, da es lediglich ein theoretisches Modell für die Entwicklung praxisrelevanter Netzwerkprotokolle darstellt.



IP-Adressen

Wie oben gesehen ist IP für die Datenübertragung zwischen Hosts zuständig. Dazu ist es natürlich erforderlich, dass die Zieladresse bekannt ist. Diese besteht aus einer 32 Bit großen Dualzahl. Zur Strukturierung werden diese 32 Bit in 4 Bytes zu je 8 Bit zerlegt. Werden anstelle von Dualzahlen Dezimalzahlen benutzt, dann werden diese durch Punkte voneinander getrennt. Zur weiteren Strukturierung bestehen IP-Adressen aus einer Netzwerkkennung und einer Hostkennung.

Klassenbasierte IP-Adressierung

Bei der klassenbasierten IP-Adressierung gibt es drei Adressklassen, die zum Zuweisen von IP-Adressen verwendet werden. Die Größe und die Art eines Netzwerkes bestimmen die verwendete IP-Adressklasse.

Klasse-A-Netz

Klasse-A-Netze sind sehr große Netze. Bei ihnen ist das erste Bit der Adresse auf 0 gesetzt. Die ersten 8 Bit identifizieren das Netzwerk, die restlichen 24 Bit die Hostkennung. Insgesamt sind 126 Klasse-A-Netze möglich, deren Adressen dezimal notiert von 1.0.0.1 bis 126.255.255.254 lauten. So können

$2^{24}-2 = 16.777.214$ Hosts in jedem Klasse-A-Netz adressiert werden.

Mit der Hostkennung 0.0.0 wird das Netz adressiert und die Hostkennung 255.255.255 adressiert alle Hosts in einem Netzwerk als Broadcastadresse. Deshalb werden diese beiden Kennungen nicht für Hosts vergeben. Das gleiche gilt entsprechend auch für Klasse-B- und Klasse-C-Netze.

Die Netzwerkennung 127.0.0.0 ist zum Testen der Verbindung reserviert und demnach nicht Bestandteil der Klasse-A-Netze.

Klasse-B-Netz

Klasse-B-Netze sind mittelgroße Netze. Bei ihnen sind die ersten beiden Bits der Adresse auf 10 gesetzt. Die ersten 16 Bit beschreiben das Netzwerk, die anderen 16 Bit die Hostkennung. Demnach unterstützt diese Klasse $2^{14} = 16.384$ Netze. Die dezimalen Adressen liegen zwischen 128.0.0.1 und 191.255.255.254. Jedes dieser Netze kann also $2^{16}-2 = 65.534$ Hosts enthalten.

Klasse-C-Netz

Klasse-C-Netze sind relativ kleine Netze. Bei ihnen bilden die ersten drei Bit der Adresse die Folge 110. Die ersten 24 Bit identifizieren das Netzwerk, nur 8 Bit bleiben für die Hostkennung. Damit unterstützt diese Klasse $2^{21} = 2.097.152$ Netze, jedes aber nur mit bis zu 254 Hosts. Die Adressen dezimal notiert laufen von 192.0.0.1 bis 223.255.255.254.

Klasse-D-Netz

Diese Adressen werden nicht Hosts zugewiesen, sondern sind für Multicast-Anwendungen reserviert. Die dezimalen Adressen der Klasse-D-Netze liegen zwischen 224.0.0.0 und 239.255.255.255.

Klasse-E-Netz

Klasse-E-Netze sind für zukünftige Verwendung reserviert. Ihre

Adressen liegen zwischen 240.0.0.0 und 255.255.255.255.

Zusammenfassung

Netzklasse	Adressraum	Anzahl Hosts
Klasse-A-Netz	1.*.*.* bis 126.*.*.*	16.777.214
Klasse-B-Netz	128.0.*.* bis 191.255.*.*	65.534
Klasse-C-Netz	192.0.0.* bis 223.255.255.*	254

Das Symbol * kennzeichnet die Hostkennung.

Diese Angaben gelten alle für IP Version 4. Da mittlerweile aber im Internet die Adressen knapp werden, wurde IP Version 6 entwickelt, welche bereits im Einsatz ist.

Hostadressen und Netzadressen

121.45.12.55 ist ein Host in einem Klasse-A-Netz. Dort bezeichnet das erste Byte das Netzwerk selbst, es handelt sich also um einen Host im Netzwerk 121.0.0.0.

156.1.212.2 ist ein Host in einem Klasse-B-Netz. In diesem Netz werden die ersten beiden Bytes für das Netzwerk, hier 156.1.0.0, verwendet.

199.1.1.123 ist ein Host in einem Klasse-C-Netz. Die ersten drei Bytes bezeichnen hier das Netzwerk 199.1.1.0.

Wie zu erkennen ist, besitzt das Netzwerk selbst auch eine IP-Adresse. In dieser ist die Hostadresse jeweils 0.

Broadcastadressen

Mit der Adresse 121.255.255.255 werden alle Hosts im Klasse-A-Netz 121.0.0.0 gleichzeitig angesprochen.

Mit der Adresse 156.1.255.255 werden alle Hosts im Klasse-B-Netz 156.1.0.0 gleichzeitig angesprochen.

Mit der Adresse 199.1.1.255 werden alle Hosts im Klasse-C-Netz 199.1.1.0 gleichzeitig angesprochen.

Bei Broadcastadressen ist die Hostadresse jeweils auf 255 gesetzt.

Subnetzmasken

Jede IP-Adresse ist zusätzlich mit einer Subnetzmaske ausgestattet. Die Ermittlung des Netzwerk- und Hostanteils einer IP-Adresse mit Hilfe der Subnetzmaske ist einfach. Alle Bits, die in der Subnetzmaske gesetzt sind, bilden in der IP-Adresse den Netzwerkanteil, alle anderen den Hostanteil. In der dezimalen Schreibweise ist die IP-Adresse 199.1.1.123 mit der Subnetzmaske 255.255.255.0 eine Klasse-C-Adresse.

Öffentliche und private Adressen

Organisationen, die ihre Netzwerke direkt an das Internet anbinden möchten, benötigen hierfür für jeden einzelnen Host eine IP-Adresse. Sie erhalten eine Netzwerkkennung mit einem Block von IP-Adressen entsprechend ihrer Netzwerkgröße von der IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Diese Adressen können direkt Daten von anderen Internetstandorten empfangen und werden als öffentliche Adressen bezeichnet. Für das typische Kleinunternehmen oder Privatbenutzer werden öffentliche Adressen von einem Provider reserviert. Diese verwalten eine Reihe von öffentlichen Adressen und weisen diese meistens dynamisch zu.

Nicht alle TCP/IP-Netzwerke sind untereinander über das Internet verbunden. So werden typischerweise Kleinunternehmen und Privatbenutzer nur bei Bedarf eine Verbindung zum Internet herstellen. Speziell für isolierte, lokale TCP/IP-Netze, dem typischen Intranet, hat die IANA drei Adressbereiche in den Netzwerkklassen A, B und C reserviert.

- Klasse A: 10.0.0.0 bis 10.255.255.255

- Klasse B: 172.16.0.0 bis 172.31.255.255
- Klasse C: 192.168.0.0 bis 192.168.255.255

Diese privaten Adressen können nicht direkt Daten von anderen Internetstandorten empfangen. Auf diese Weise stehen die Adressbereiche für beliebig viele lokale Netze gleichzeitig zur Verfügung.