



Das OSI-Referenzmodell

Autor: M. Kleine (*kleine_matthias@gmx.de*)
Layout: Matthias Nüßler (*m.nuessler@web.de*)
Lizenz: GPL

Das OSI-Referenzmodell ist das bekannteste Modell zur Beschreibung offener Kommunikationsarchitekturen und eignet sich hervorragend zur Erläuterung des Aufbaus von Computernetzen.

Inhaltsverzeichnis

1 Das OSI-Modell

2 Die Verschiedenen Schichten

- 2.1 Die Bitübertragungsschicht
- 2.2 Die Sicherungsschicht
- 2.3 Die Vermittlungsschicht
- 2.4 Die Transportschicht
- 2.5 Die Sitzungsschicht
- 2.6 Die Darstellungsschicht
- 2.7 Die Anwendungsschicht

1 Das OSI-Modell

Im Umgang mit Netzwerken hat sich die Bezugnahme auf ein Referenzmodell der International Standards Organisation (ISO) als ausgesprochen hilfreich erwiesen. Hier soll von Anfang an betont werden, daß es sich um ein Modell handelt, das eine Standard-Netzarchitektur beschreiben soll. Ein Modell ist jedoch nicht die Realität, und das OSI- (Open Systems Interconnection-) Modell ist und war auch zu keinem Zeitpunkt die Realität in der Netzwerkwelt. Trotz seines Modellcharakters kann man seine Rolle beim Verständnis der Zusammenhänge in einem Netzwerk kaum überschätzen.

Das OSI-Modell wird auch als **7-Schichten-Modell** bezeichnet. Es definiert 7 Schichten und ordnet einer jeden Schicht spezielle Funktionalität zu. Über diese Grundidee lohnt es sich nachzudenken.

Zunächst einmal müssen wir verstehen, daß ein Netzwerk seinen Benutzern Dienste bereitstellt. Im einfachsten Sinne überträgt es Daten von A nach B. Damit dies auf die Art und Weise geschieht, die wir im Sinn haben, müssen jedoch tatsächlich eine Vielzahl von Aufgaben bewältigt werden. Die Probleme, die dabei gelöst werden müssen, reichen von Fragen der elektronischen Übertragung der Signale über eine geregelte Reihenfolge in der Kommunikation (wer darf wann senden?) bis hin zu abstrakteren Aufgaben, die sich innerhalb der kommunizierenden Anwendungen ergeben. Die Vielzahl dieser Probleme und Aufgaben läßt es sinnvoll erscheinen, das Netz nicht als einen einzigen Dienstleister zu betrachten, sondern seine Dienste ganz bestimmten Kategorien zuzuordnen. Als besonders geeignet hat sich die Aufteilung in Schichten erwiesen.

Schichten sind in zweierlei Hinsicht interessant. Erstens stellt jede Schicht ganz bestimmte Dienste zur Verfügung. Betrachten wir das Problem der elektronischen Datenübertragung. Werden die Daten über ein Kabel übertragen, so stellt sich die Frage, welches elektrische Signal als 0 und welches als 1 erkannt werden soll. Da 0 und 1 die elementaren Informationseinheiten sind, macht es keinen Sinn, etwa die Reihenfolge der Kommunikation regeln zu wollen, bevor dieses Problem gelöst ist - alles weitere baut dann auf dieser Problemlösung auf. Wir können also sagen, daß eine Schicht der über ihr liegenden Schicht bestimmte Dienste zur Verfügung stellt. Die höhere Schicht verläßt sich darauf, daß die untere Schicht ihre Aufgaben korrekt erledigt. Sie benutzt ihre Dienste, um damit ihre eigenen Aufgaben zu erledigen.

Zweitens dürfen wir nicht aus den Augen verlieren, daß wir von kommunikativen Prozessen reden. Auch hier spielt das Schichten-Modell eine zentrale Rolle. Die Schicht (um beim Beispiel zu bleiben), die für die elektronische Übertragung zuständig ist, wird die hier auftretenden Probleme alleine mit ihrer Partnerschicht in den Nachbarrechnern klären, und nicht etwa auch die darüberliegenden Schichten bemühen, welche von Elektronik auch gar nichts wissen. Eine Schicht, welche die Reihenfolge der Kommunikation regelt, wird dies nur mit ihrer Partnerschicht tun. Nur diese Partnerschicht weiß überhaupt, daß hier eine Regelung gefunden werden muß, folglich kann nur sie Antwort geben, und nur mit ihr kann eine Vereinbarung getroffen werden. Wir sehen also, daß eine Schicht zwei Dinge tut: Erstens stellt sie den anderen Schichten (im selben System) ihre Dienste zur Verfügung, zweitens kommuniziert sie mit ihrer Partnerschicht in einem oder mehreren fremden Systemen. Indem die Kommunikation mit der Partnerschicht eines fremden Systems erfolgreich ist, kann die Schicht ihren Dienst erfolgreich an die höheren Schichten im eigenen System weitergeben.

Damit ist es nun an der Zeit, die einzelnen Schichten näher zu betrachten. Wir beginnen ganz unten und arbeiten uns Schicht für Schicht nach oben.

2 Die Verschiedenen Schichten

2.1 Die Bitübertragungsschicht

Die Bitübertragungsschicht (engl. Physical Layer) löst die Probleme der Übertragung von Datenbits über physikalische Medien. Dies beginnt bei den Spezifikationen bestimmter Übertragungsmedien (Kupferkabel, Lichtwellenleiter, Stromnetz, Luft etc.), der Definition von Steckverbindungen u.s.w. Darüber hinaus muß auf dieser Ebene gelöst werden, auf welche Art und Weise überhaupt ein einzelnes Bit übertragen werden soll. Was ist damit gemeint?

Nun, wie wir wissen, baut die Informatik auf dem alles entscheidenden Unterschied zwischen 0 und 1, zwischen wahr und falsch auf. Diese Informationseinheit nennen wir Bit, und es steht außer Frage, daß wir nichts Sinnvolles übertragen könnten, wenn wir nicht die Möglichkeit hätten, 0 und 1 zu übertragen. Selbstverständlich sind dem Übertragungsmedium selbst, z.B. einem Kupferkabel im Falle elektrischer Übertragung, oder auch der Luft im Falle von Funkübertragung, die Werte 0 und 1 unbekannt. Für jedes Medium muß daher eine Codierung dieser Werte gefunden werden, beispielsweise ein Stromimpuls von bestimmter Spannung oder eine Funkwelle mit bestimmter Frequenz, jeweils bezogen auf eine bestimmte Dauer.

Insgesamt können wir sagen, daß die Bitübertragungsschicht zu großen Teilen mechanische und elektrotechnische Probleme löst. Dies bedeutet jedoch nicht, daß wir keine weiteren Kenntnisse über diese Schicht zu haben brauchen. Durch die Wahl einer bestimmten hardwaretechnischen Lösung werden häufig bereits viele Eigenschaften und Einschränkungen des Netzwerkes festgelegt, die sich später nicht mehr ändern lassen. Falsche Entscheidungen können hier Unsummen von Geld verschlingen, weil häufig ein großer Teil der Hardware durch anderes Material ersetzt werden muß. Wir werden daher später noch auf bestimmte Kabeltypen und die Eigenschaften des meistverbreiteten Netztypes, des Ethernet, eingehen. Verschiedene Netztypen wie Ethernet, Token Ring und andere haben ihre Wurzeln meist tief in Schicht 1 und sind eng mit bestimmten hardwaremäßigen Entscheidungen verbunden.

2.2 Die Sicherungsschicht

Während Schicht 1 lediglich einen rohen Strom an Bits kennt, werden die Daten in der Sicherungsschicht (engl. Data-Link Layer) zu sogenannten **Frames** (Datenrahmen) zusammengefaßt. Dabei steht jeweils eine bestimmte Bitfolge für den Beginn eines Frames, eine andere für dessen Ende. Innerhalb eines Frames können weitere Steuerinformationen abgelegt werden.

Ein Frame umfaßt typischerweise einige hundert bis einige tausend Bytes. Auf das Senden eines Frames folgt die Bestätigung des Empfängers durch einen Bestätigungsrahmen (Acknowledgement Frame), welcher den korrekten Empfang eines Datenrahmens quittiert. Sowohl beim Senden eines Frames als auch beim Senden der Bestätigung kann es zu Fehlern kommen. Es kann auch geschehen, daß der Empfänger vom Sender (oder von mehreren Sendern) mit Daten überflutet wird, so daß er die Menge der gesendeten Pakete nicht mehr ordnungsgemäß empfangen und quittieren kann. Auch diesem Problem, bekannt unter dem Stichwort Flußkontrolle, wird bereits auf der Sicherungsschicht begegnet.

Im Vergleich mit der unstrukturierten Bitübertragungsschicht ist damit bereits ein erhebliches Maß an Übertragungssicherheit gegeben, das übrigens häufig auch von erfahrenen Administratoren und Entwicklern unterschätzt wird. Der Grund für diese Unterschätzung ist vermutlich darin zu suchen, daß auch in höheren Schichten häufig noch Sicherheitsmechanismen verwendet werden, was der Sicherungsschicht in gewisser Weise das Mißtrauen ausspricht. Nichtsdestotrotz kommt man für viele Anwendungen auch ohne weitere Sicherungsmechanismen aus, was dafür spricht, daß die Sicherungsschicht durchaus bereits hervorragende Arbeit leistet.

2.3 Die Vermittlungsschicht

Bislang haben wir den Horizont unseres Nachbarrechners nicht überschritten. Dieser Schritt wird erst ab der Vermittlungsschicht vollzogen. In den seltensten Fällen wollen wir in einem Netzwerk tatsächlich nur mit unserem

physischen Nachbarrechner kommunizieren. Um genau zu sein, wissen wir häufig garnicht, wo der Rechner, auf dem unsere Nachricht landen wird oder von dem wir unsere Daten beziehen, überhaupt lokalisiert ist. Automatisch stellt sich die Frage, wie unser Datenpaket seinen Weg zum eigentlichen Bestimmungsort finden soll.

Die Problematik wird nicht einfacher, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß ein Paket auf seinem Weg womöglich durch viele verschiedene Teilnetze hindurchgeleitet werden muß. Diese Netze gehören uns nicht, und wir können auch nicht ahnen, ob es gerade Sinn macht, das eine oder das andere Teilnetz zu bevorzugen, weil dort vielleicht gerade weniger Verkehr ist. Probleme dieser Art, die man unter dem Stichwort Routing zusammenfassen kann, werden in der Vermittlungsschicht (engl. Network Layer) gelöst.

Beim Durchqueren von fremden Teilnetzen können vielerlei Aufgaben und Probleme entstehen. Ein wichtiger Faktor ist sicher das Finden der richtigen Route in Fällen, in denen die Route dynamisch ermittelt wird. Bei Datenübertragungen über das Internet ist dies eher die Regel als die Ausnahme. Man kann davon ausgehen, daß beispielsweise im Verlaufe eines Downloads ein Teil der übertragenen Daten eine ganz andere Route genommen hat als ein anderer Teil. Die Wahl der Route obliegt sogenannten **Routern**, die man sich - einfach gesagt - wie Lotsen zwischen den unzähligen Teilnetzen vorstellen kann. Auch ein Linux-Rechner kann zum Router werden, aber dazu später mehr...

2.4 Die Transportschicht

Auch wenn Schicht 3 bereits dafür sorgt, daß Daten den eigentlichen Zielrechner erreichen, können wir noch nicht wirklich von einer Kommunikation zwischen den Rechnern reden. Was bisher geschehen ist, können wir mit dem Landen eines Briefes im Briefkasten vergleichen: Der Brief hat sein Ziel erreicht, doch die eigentliche Information will noch gelesen und möglichst auch beantwortet werden. Eine echte sogenannte Ende-zu-Ende-Kommunikation beginnt erst ab Schicht 4, der Transportschicht (engl. Transport Layer).

Kommunikation muß zwischen Partnern stattfinden, die sich verstehen können. Nun "hausen" in einem Rechner üblicherweise Unmengen von Applikationen und Prozesse, und es stellt sich automatisch die Frage, für wen die empfangene Nachricht eigentlich bestimmt ist. Möglicherweise ist auch der adressierte Partner augenblicklich gar nicht verfügbar - sei es, daß der Prozeß gerade anderweitig beschäftigt ist, daß er hängt oder gar nicht gestartet wurde. In jedem Fall muß die Kommunikation an einen bestimmten Dienst gekoppelt werden, wenn sie erfolgreich sein soll. Irgendjemand muß das Gespräch entgegennehmen.

Es wäre freilich auch sinnvoll, wenn der Sender über den Empfang der Daten eine Rückmeldung erhielte - insbesondere dann, wenn es sich um wichtige Daten handelt. Schicht 4 bietet diese Möglichkeit an und stellt somit gewissermaßen einen weiteren Sicherheitsmechanismus gegenüber der Low-Level-Sicherung der Schicht 2 zur Verfügung. Der Preis für diese Sicherheit wird in jedem Fall eine langsamere Kommunikation sein, denn auch das Versenden und der Erhalt von Bestätigungen will besorgt sein. Wenn es auf schnelle Verbindungen ankommt, kann das Versenden von Bestätigungen auch eher unerwünscht sein und muß daher nicht erfolgen.

Stellen wir also nochmals in den Vordergrund, was die Transportschicht im wesentlichen erreicht: Sie stellt eine Ende-zu-Ende-Verbindung her und ermöglicht damit erst die eigentliche Kommunikation zwischen zwei Partnerprogrammen auf 2 verschiedenen Rechnern. Das Öffnen einer solchen Verbindung ermöglicht nun beispielsweise eine sogenannte Sitzung...

2.5 Die Sitzungsschicht

Eine Sitzung lebt von geordnetem Dialog. Wenn alle gleichzeitig reden, kann der Erfolg einer Sitzung fraglich sein. Tatsächlich haben viele Netzverbindungen Sitzungscharakter, d.h. die Kommunikation verläuft nicht nur in eine Richtung, sondern muß geregelt werden, da es sonst zu Konfusionen kommen kann. Eine solche Dialogsteuerung wird auf der Sitzungsschicht bereitgestellt. Zu den Aufgaben, die dabei anfallen, gehören der Auf- und Abbau von Sitzungen, Vereinbarungen über den Sitzungsverlauf, das Setzen von Sicherungspunkten bei Datenübertragungen (um bei Störungen die Übertragung an einem solchen Sicherungspunkt wieder aufnehmen zu können) usw.

2.6 Die Darstellungsschicht

Verschiedene Endsysteme stellen bestimmte häufig verwendete Elemente auf verschiedene Weise dar. Die Darstellung von Datentypen wie Zeichenketten oder Ganzzahlen, von Dateien, von Steuerzeichen für den Drucker und vieles andere variieren von System zu System, und da Anwendungen meist mit solchen Codierungen (und nicht etwa mit reinen Bitfolgen) kommunizieren, ist es gerechtfertigt, eine Standardcodierung für das Netz zu verwenden. Diese Standardcodierung wird von der Darstellungsschicht (engl. Presentation Layer) erzeugt bzw. beim Empfang in die interne Darstellungsform des Computers konvertiert. Zu den Aufgaben, die dabei anfallen, gehört auch die Komprimierung oder Verschlüsselung von Daten, die im heutigen Datenverkehr eine wichtige Rolle spielt.

2.7 Die Anwendungsschicht

Schicht 1 ist von der Hardware nicht zu trennen, obwohl ihr die Hardware selbst nicht angehört. Ebenso, nur mit Perspektive auf die Anwendungsprogramme, verhält es sich mit Schicht 7. Die Aufgabe dieser Schicht läßt sich nicht wirklich auf den Punkt bringen, da für verschiedene häufige Anwendungsfälle auch ganz verschiedene Funktionen bereitgestellt werden.

Die Anwendungsschicht (engl. Application Layer) stellt Protokolle für häufige Anwendungsfälle zur Verfügung, und gewährleistet, daß sich die Anwendungen auch auf unterschiedlichen Endsystemen erwartungsgemäß verhalten. Besinnen wir uns auf den Begriff Protokoll: Das Protokoll eines Staatsbesuches beispielsweise legt exakt fest, in welcher Reihenfolge welche Handlungen vollzogen werden, vom ersten Empfang am Morgen bis zum abendlichen Dinner. Solchen Protokollen sind wir bereits in niedrigeren Schichten begegnet, doch dort dienten sie nahezu ausschließlich der zuverlässigen Übertragung der Datenpakete. Auf Anwendungsebene interessieren uns nicht mehr die einzelnen Pakete, sondern größere inhaltliche Einheiten, die je nach Anwendung variieren können.

Bleiben wir einmal bei dem Vergleich mit einem Staatsbesuch: Dem hohen Regierungsvertreter werden beim Empfang die Hände geschüttelt, und die Fahnen der Nationen wehen einmütig im Wind. Schön wäre es doch auch, wenn wir zum Empfang auf einem anderen Rechner eine Willkommensmeldung erhielten, in netten und informativen Worten auf unser Terminal geschrieben. Doch selbstverständlich kann sich das fremde System nicht darum kümmern, welchen Terminaltyp wir gerade benutzen - und davon gibt es Hunderte! Und jedes Terminal benutzt seinen eigenen Satz von Steuerzeichen. Die Willkommensmeldung würde ein unverständliches Chaos auf unserem Bildschirm auslösen, wenn sie nicht speziell für unser verwendetes Terminal umgesetzt würde. Auch dies gehört zu den Aufgaben der Anwendungsschicht.

Im Verlaufe des Staatsbesuches müssen wichtige Dinge besprochen werden. Bestimmte Informationen müssen erfragt, andere sollen vermittelt werden. So gehören beispielsweise auch zu einer EMail ganz bestimmte Informationen, ohne die eine EMail nicht vollständig ist, wie z.B. ein Subject, eine Absenderadresse, eine Zieladresse und auch ein Endezeichen, um zu ermitteln, wann der Textkörper beendet ist. Solche Teile eines Protokolls, die freilich von Anwendung zu Anwendung stark variieren können (je nachdem, welche Information gerade erfragt bzw. vermittelt werden soll) werden für häufige Anwendungen auf Schicht 7 festgelegt.