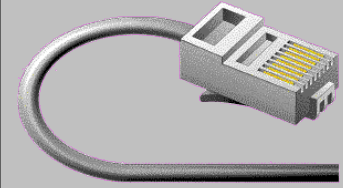


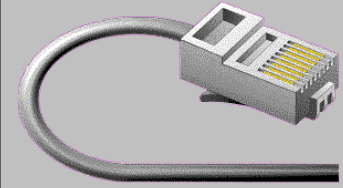
Netzwerk- modelle Kapitel 3



Netzwerkmodelle

Ziele:

- Was sind Netzwerkmodelle
- ISO/OSI Modell
- TCP Modell
- Kapselung / Entkapselung der Daten verstehen
- Netzwerk-Topologien kennen und erkennen können



Netzwerkmodelle

Netzwerke müssen verschiedene

- **Anwendungen**
- **Betriebssysteme**
- **Netzwerkinfrastruktur**
- **Hardware-Hersteller**

miteinander verbinden.

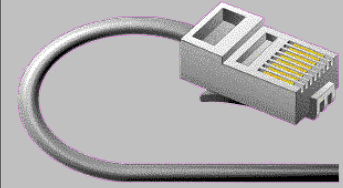


Teile und Herrsche

Diese schwierige Aufgabe wird in kleinere, einfachere, lösbare Teilaufgaben aufgeteilt.

Jede dieser Teilaufgaben beschränkt sich auf ein klar abgegrenztes Problem.

Solange die Teilaufgabe das Problem löst ist es nicht relevant wie der Lösungsweg aussieht.
(logischerweise sollte die Lösung schnell und effizient sein)



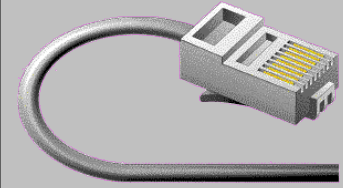
Teile und Herrsche

Jede dieser Teilaufgaben kann als Schicht angesehen werden.

Alle Schichten zusammen lösen die ursprüngliche Aufgabe.

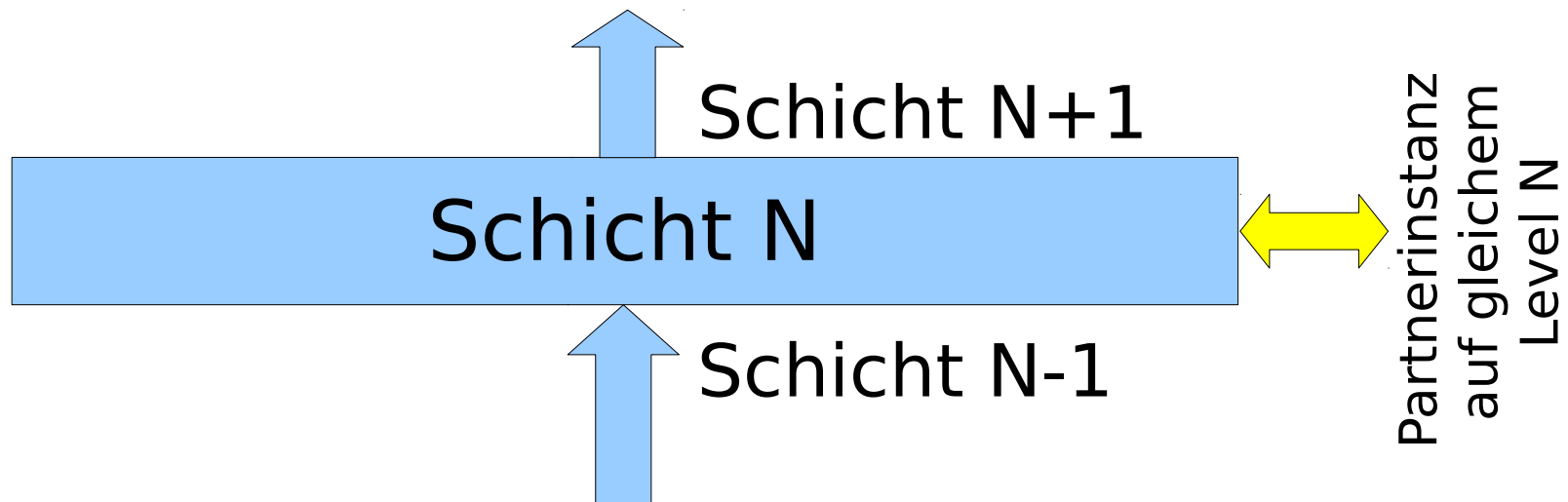
Damit das funktioniert, soll jede Schicht

- eine klar definierte Aufgabe haben.
- die Dienste der tieferen Schicht verwenden.
- seine Dienste an die nächst höhere Schicht anbieten.

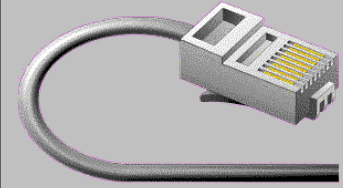


Prinzipien einer Schicht

Die Schicht N bietet der Schicht N+1 die Dienste am **SAP** (**S**ervice **A**ccess **P**oint) an

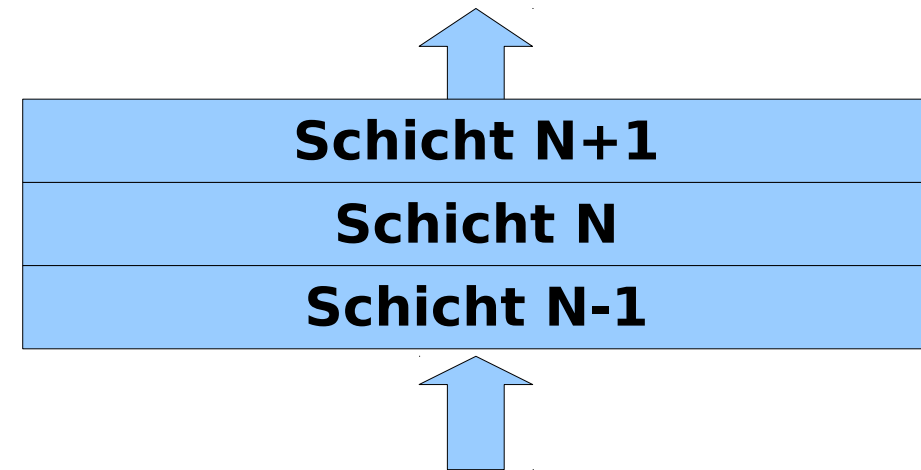


Die Schicht N nutzt die von der Schicht N-1 erbrachte Dienste am **SAP**(**S**chicht **N-1**)



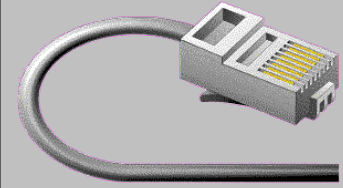
Prinzipien der Schichten

Die Schichten werden 'gestapelt'.



Die Daten müssen immer alle Schichten nacheinander durchlaufen.

Es darf keine Schicht ausgelassen bzw. übersprungen werden!



Daten und die Schichten

Daten durchwandern die Schichten beim Sender von oben nach unten.

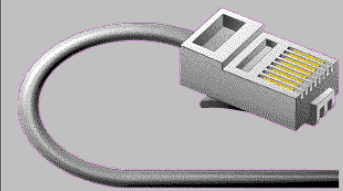
Beim Empfänger wandern die Daten von unten nach oben.



Daten und die Schichten

Wandern die Daten von oben nach unten, so kann die Schicht eigene Informationen (PCI Protocol Control Information) - die benötigt werden um die Daten auf der Gegenseite in derselben Schicht richtig zu verarbeiten - hinzugefügt werden.

Auf der Gegenseite - wo die Daten von unten nach oben wandern - werden diese Daten entfernt.



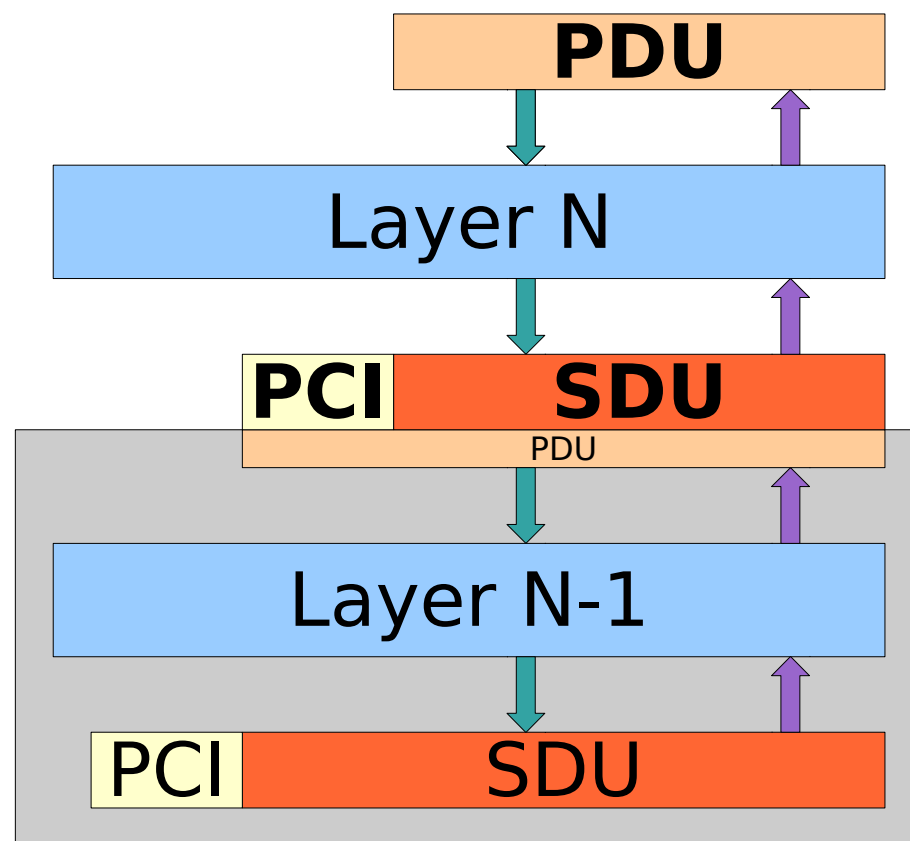
Daten durchwandern die Schichten

↓ Wandern die Daten abwärts, so werden den Daten (PDU) Layer spezifische Daten (PCI) hinzugefügt.

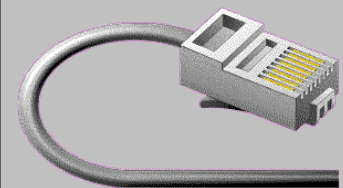
↑ Wandern die Daten aufwärts, so werden den Daten (PDU) die Layer spezifische Daten (PCI) entfernt.

Beim nächsten Layer wird sich das genau gleich wiederholen

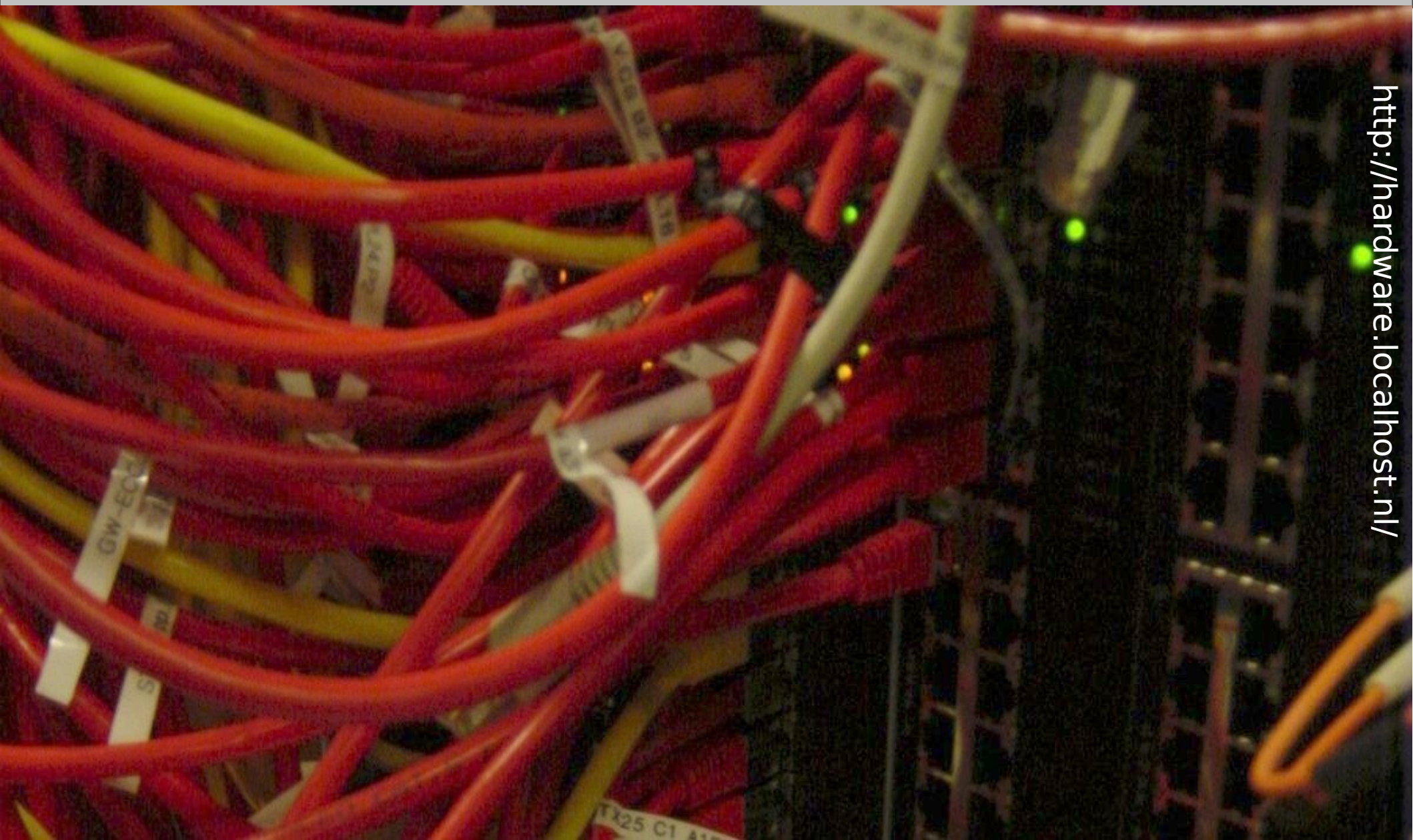
► Mehr dazu im Kapitel Kapselung



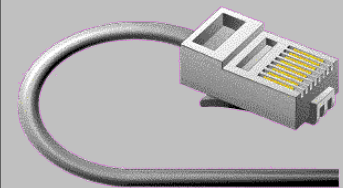
- **PDU** (Protocol Data Unit)
- **PCI** (Protocol Control Information) wird oft auch als Header bezeichnet.
- **SDU** (Service Data Unit)



Fragen ?



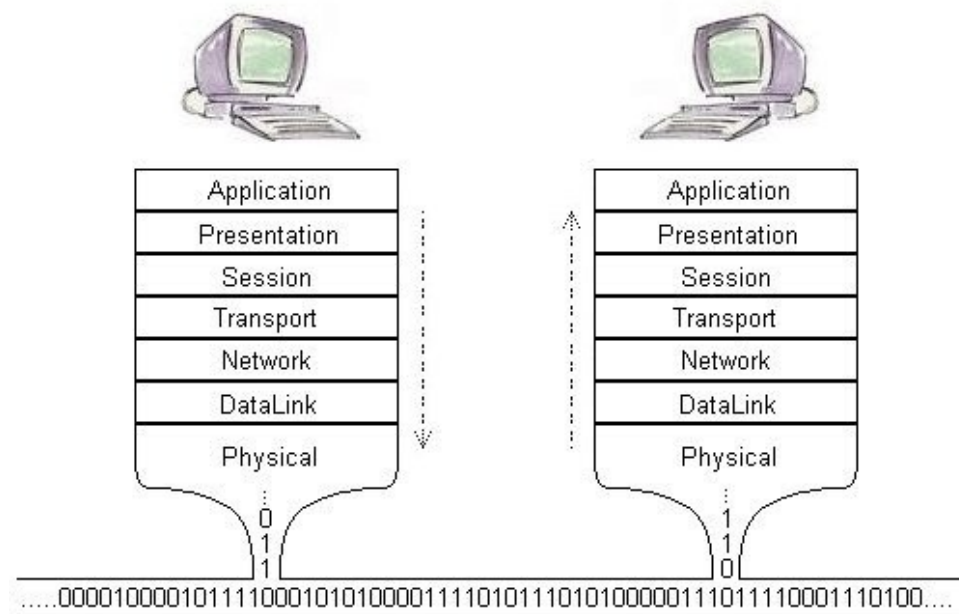
<http://hardware.localhost.nl/>



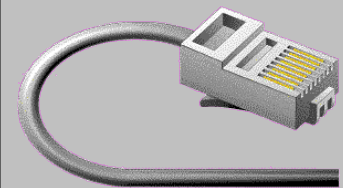
Schichten Modell

Bei den Schichten-Modell sind verschiedene Teilaufgaben in Schichten gepackt.

Jede dieser Schichten bezieht die Dienste ihrer Vorgängerin Schicht und leitet die Daten an ihre nächste Schicht weiter.

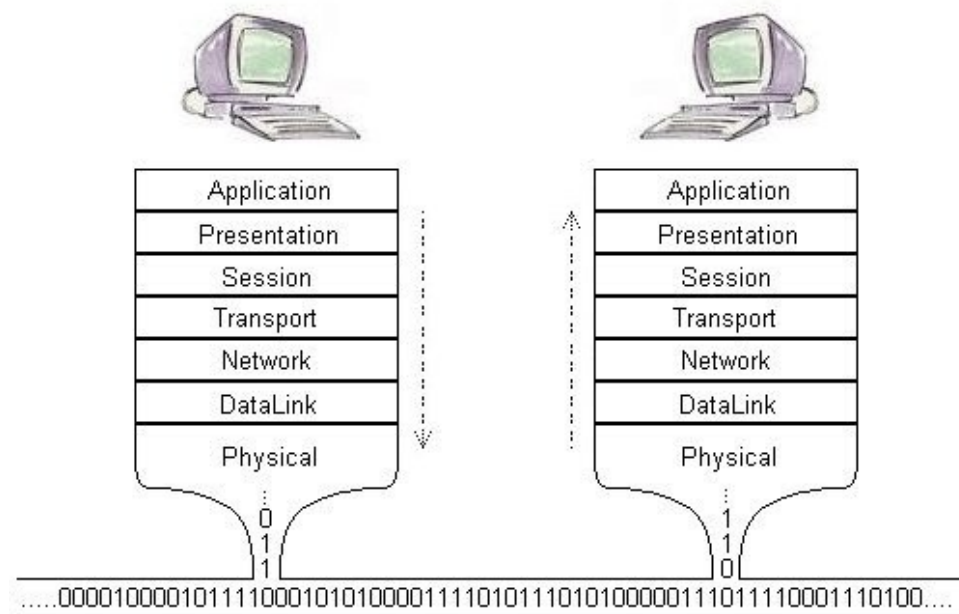


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/f/f/Osi_model_trad.jpg



Schichten Modell

Beim Schichten-Modell kommunizieren die jeweiligen Schichten mit der entsprechenden Partnerschicht der Gegenstelle.



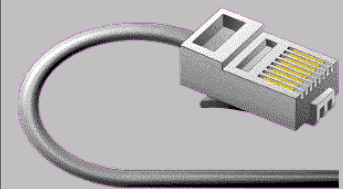
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/f/f/Osi_model_trad.jpg



The diagram illustrates the flow of data through the seven layers of the OSI model between two communicating devices. The layers, from top to bottom, are:

- Application
- Presentation
- Session
- Transport
- Network
- DataLink
- Physical

A downward arrow on the left device and an upward arrow on the right device indicate the direction of data flow. At the bottom, a long binary sequence is shown, with a bracket indicating that the Physical layer of the right device is connected to this sequence.

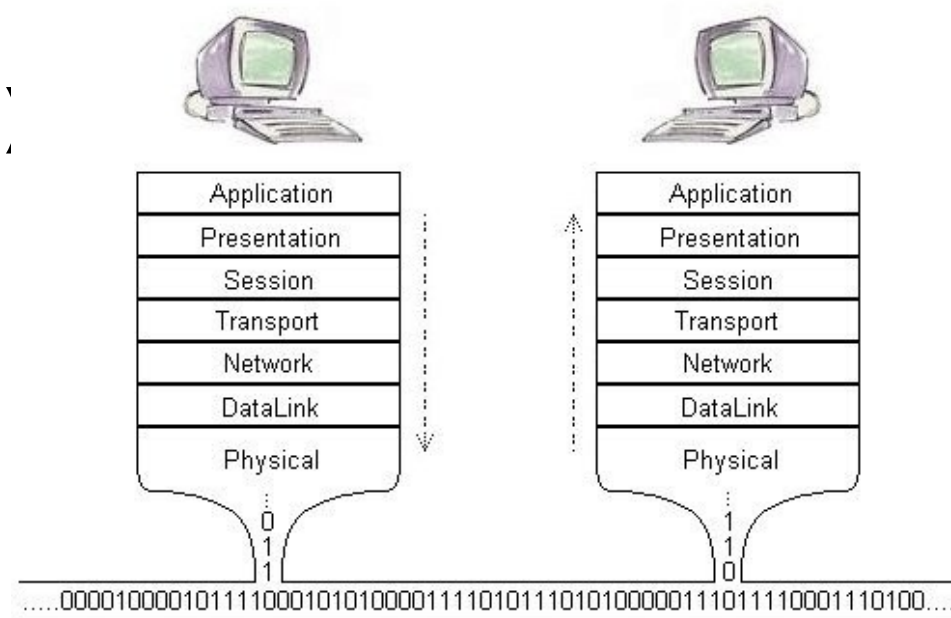


Schichten Modell

Es gibt zwei bekannte Schichten Modelle:

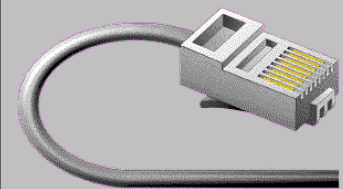
ISO/OSI 7 Layer Modell
(theoretisches Modell)

TCP/IP Modell
(praktisches Modell)



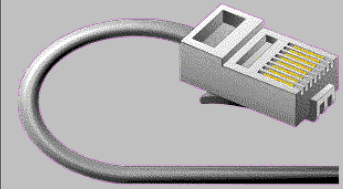
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/f/f/Osi_model_trad.jpg

Beide Modelle betrachten wir detailliert



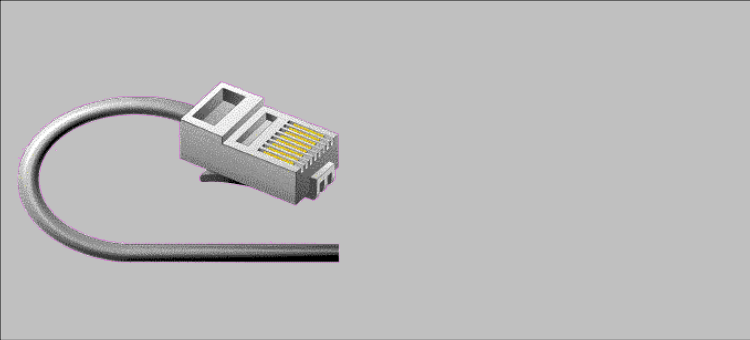
ISO/OSI Modell

- Das OSI-Modell (engl. *Open Systems Interconnection Reference Model*) ist ein Schichtenmodell für die Kommunikation offener, informationsverarbeitender Systeme.
- Es handelt sich um vereinheitlichte Verfahren und Regeln für den Austausch von Daten.

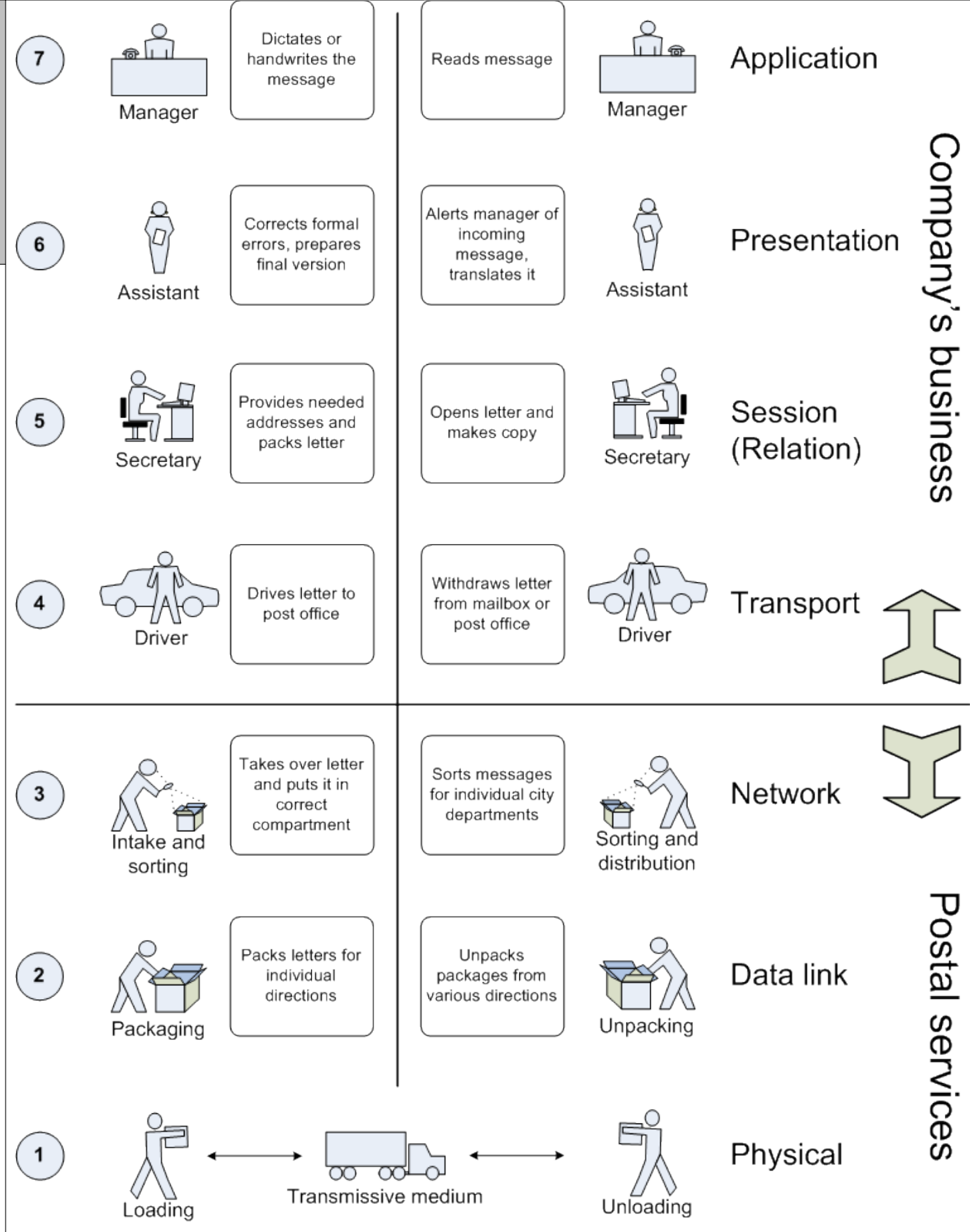


ISO/OSI Modell

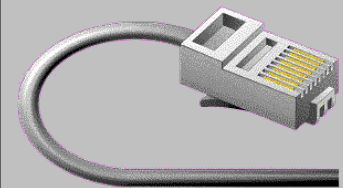
- Das OSI-Modell wird seit 1979 entwickelt und ist von der ISO standardisiert worden.
- Das OSI-Modell dient als **die Grundlage** für eine Reihe von **herstellerunabhängigen** Netz-Protokollen, die in der öffentlichen Kommunikationstechnik im Transportnetz fast ausschliesslich eingesetzt werden.



Beispiel: Das OSI 7 Schichten- Modell im Alltag

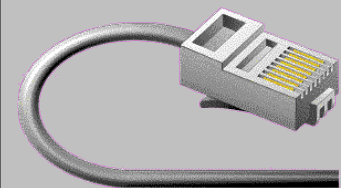


http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Rm-osi_parallel.png



Die 7 Schichten

7	Application	Anwendung
6	Presentation	Datenformate, Darstellungs-, Verschlüsselungsinformationen
5	Session	Verbindungen, Flusskontrolle, Checkpoints
4	Transport	Pakete, Flusskontrolle, Fehlerbehandlung, Acknowledge
3	Network	Adressinformationen, Routing
2	Data-Link	Frames, Fehlerbehandlung
1	Physical	Definition der physikalischer Parameter

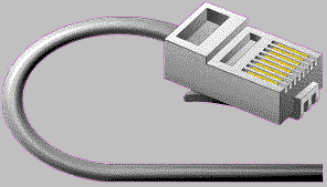


Layer 1: Physical Layer

Die **Bitübertragungsschicht** ist die unterste Schicht.

Diese Schicht stellt mechanische, elektrische und weitere funktionale Hilfsmittel zur Verfügung, um physikalische Verbindungen zu aktivieren bzw. deaktivieren, sie aufrechterhalten und Bits darüber zu übertragen.

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical



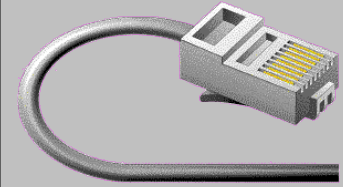
Layer 1: Physical Layer

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Der **physical Layer** definiert

- die Art der Signale (elektrisch, optisch, ...),
- das Übertragungsmedium (Kupfer, Lichtwellen, ...),
- die Verstärker (Repeater, Hub, Transceiver),
- die Stecker (Stecker, T-Stücke, Terminatoren).

Das bedeutet, dass für jedes Medium definiert werden muss wie eine '1' oder '0' kodiert und übertragen werden kann.

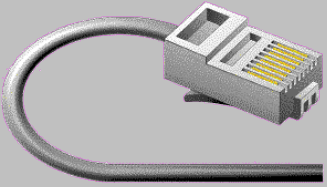


Layer 2: Data-Link

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Sicherungsschicht:

Aufgabe der Sicherungsschicht ist es, eine sichere - das heisst **weitgehend** fehlerfreie - **Übertragung** zu gewährleisten und den **Zugriff** auf das Übertragungsmedium zu regeln.



Layer 2: Data-Link

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Sicherungsschicht

- teilt die Daten in Frames, die der *physical Layer* 'schlucken' kann.
- berechnet Checksummen zur Fehlerüberwachung
- steuert den Fluss der Daten (Flusskontrolle)

Fehlerüberwachung und Flusskontrolle muss nicht zwingend implementiert sein!

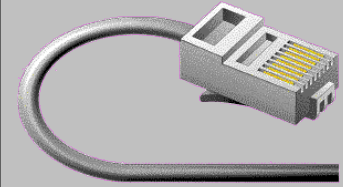


Layer 3: Network

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Vermittlungsschicht:

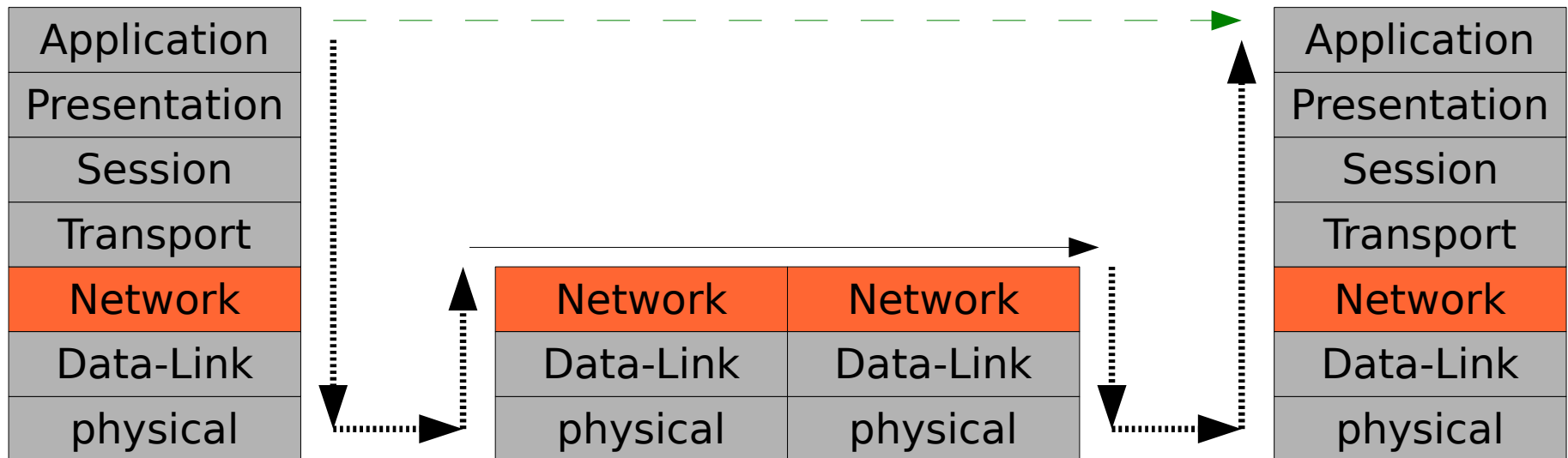
- sucht den optimalen Weg durch das Netz (routing)
- Erstellt die Verbindung durch das Netz am Anfang und bricht Verbindung am Ende auch wieder ab. (Verbindungsorientierte Verbindung)
- leitet die Pakete entsprechend dem gefunden Weg in Richtung Ziel weiter (Paketorientierte Verbindung)

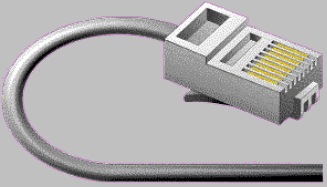


Layer 3: Network

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Der Network Layer ist auch verantwortlich um verschiedene Technologien mit einander zu verbinden.



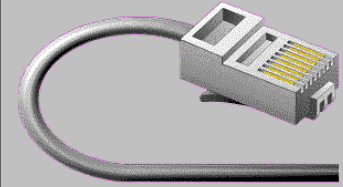


Layer 4: Transport

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Transportschicht

- segmentiert die Datenpakete
- vermeidet Datenstau (congestion control)
- stellt einen transparenten Datenkanal zwischen den Kommunikations-Partner bereit

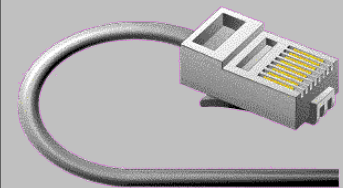


Layer 4: Transport

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Je nach Anforderungen kann der Kanal verbindungsorientiert (à la Telefonie) oder verbindungslos (à la Briefpost) sein.

Dies ist **nicht abhängig** davon, ob die tieferen Layer eine sichere Kommunikation anbieten oder nicht.



Layer 5: Session

Application

Presentation

Session

Transport

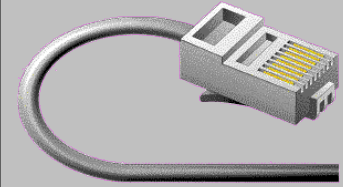
Network

Data-Link

Physical

Sitzungsschicht

Die **Sitzungsschicht** organisiert die Kommunikation so, dass bei einem Unterbruch der Verbindung möglichst wenig Daten verloren geht.



Layer 6: Presentation

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Darstellungsschicht

Der Presentation Layer stellt sicher, dass sich (nur) die beiden Kommunikationspartner verstehen können.

Beispielsweise:

- Die Darstellung von Zahlen oder Strings zwischen unterschiedlichen Rechner soll immer definiert werden.
- Sollte der Datenstrom komprimiert und/oder verschlüsselt werden, so erfolgt das ebenfalls im Layer 6 .

Application

Presentation

Session

Transport

Network

Data-Link

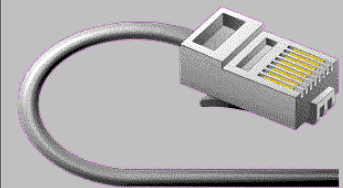
physical



Layer 7: Application

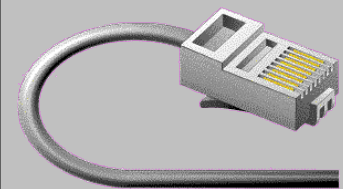
Anwendungsschicht

- ist die oberste der sieben hierarchischen Schichten.
- Sie bildet die Schnittstelle zu den Anwendungen.
- Die eigentlichen Anwendungsprozesse sind **nicht** Bestandteil vom ISO/OSI Modell.



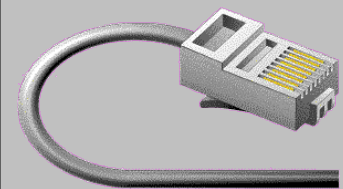
die 7 Layer im Überblick

7	Application	Anwendung
6	Presentation	Datenformate, Darstellungs-, Verschlüsselungsinformationen
5	Session	Verbindungen, Flusskontrolle, Checkpoints
4	Transport	Pakete, Flusskontrolle, Fehlerbehandlung, Acknowledge
3	Network	Adressinformationen, Routing
2	Data-Link	Frames, Fehlerbehandlung
1	Physical	Definition der physikalischer Parameter

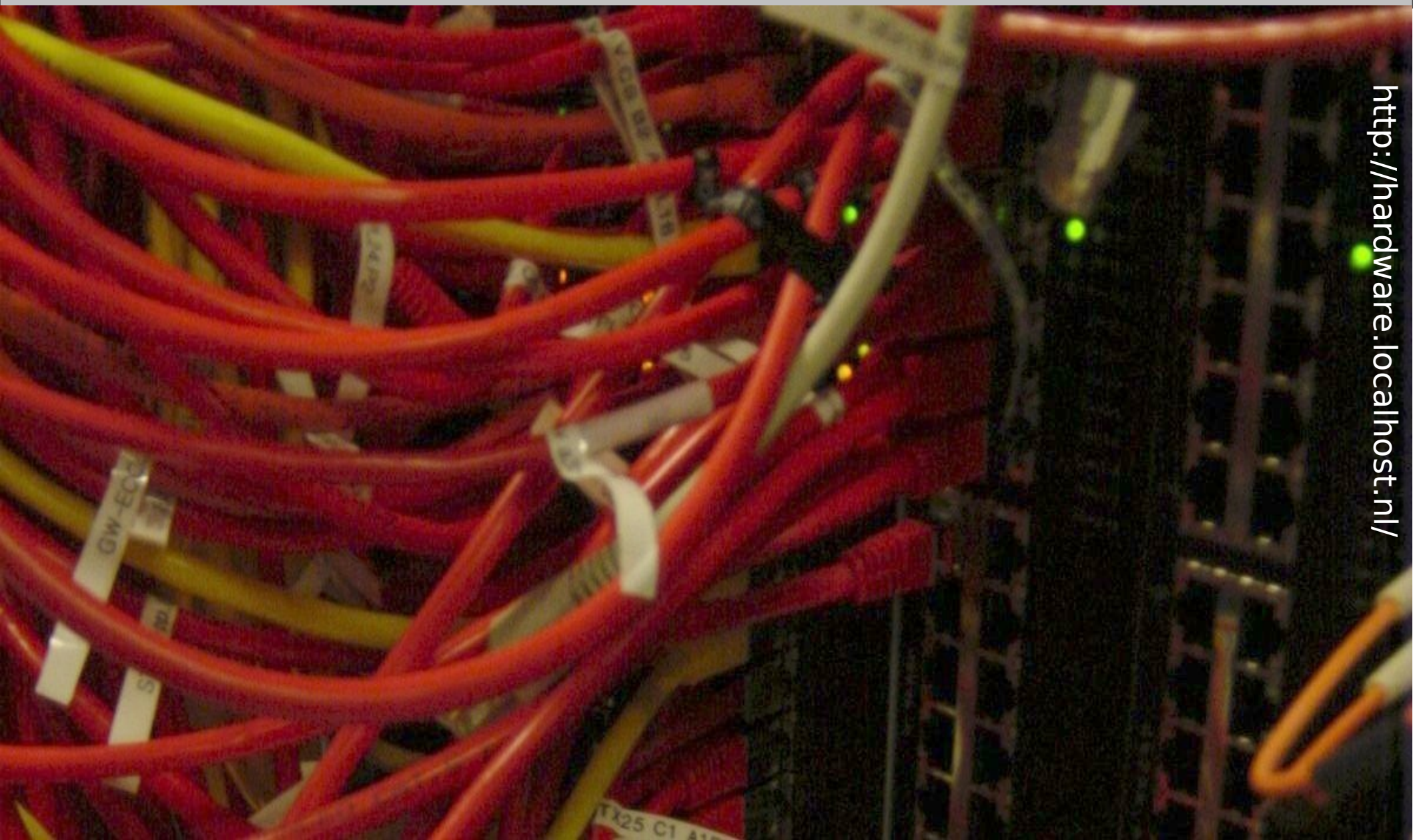


Redundanz

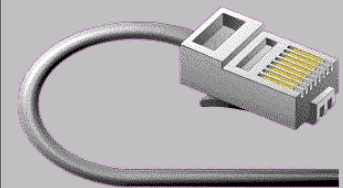
- Bei genauem Hinsehen erkennt man, dass die Schichten oft gleiche oder ähnliche Aufgaben erledigen.
(Beispielsweise ist die Fluss-Steuerung auf verschiedenen Ebenen zu finden)
- Die einzelnen Schichten versuchen auftretende Probleme möglichst früh und lokal zu beheben. Wenn dies nicht erfolgreich möglich ist, wird die nächst höhere Schicht informiert.
(so sind die physische Übertragungsmedien weniger störungsanfälliger geworden, so dass auf Checksummen in höheren Layern verzichtet wird. Beispielsweise hat der IPv6 Header keine Checksumme mehr)



Fragen ?



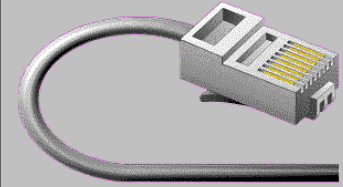
<http://hardware.localhost.nl/>



Gruppen

Einzelne Schichten können in Gruppen zusammengefasst werden

7	Anwendungsschichten	Application
6		Presentation
5		Session
4	Netzwerkschichten	Transport
3		Network
2		Data-Link
1		Physical



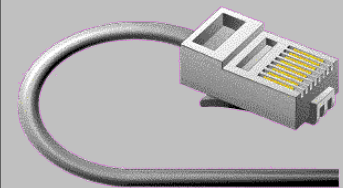
Unterteilung des Layer 2

Der Layer 2 (Data-Link Layer) ist in der Praxis zu umfassend definiert.

Er wird daher noch einmal in

- **Logical Link Controll (LLC)** und
- **Media Access Control (MAC)**

unterteilt



Logical Link Control (LLC)

Logical Link Control (LLC) ist der höhere Sub-Layer der beiden Data-Link Schichten.

Der LLC Sublayer behandelt

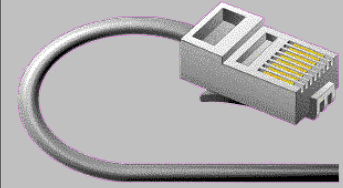
Fehlerkorrektur (error control)

Flusskontrolle (flow control)

Framing / Sequencing und

MAC-Sublayer Adressierung

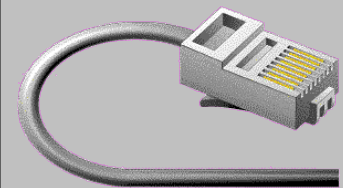
Das verbreitetste LLC Protocol ist IEEE 802.2



Media Access Control (MAC)

Der **Media Access Control** (MAC) ist der tiefere Sub-Layer .

- Das MAC Zugriffs-Verfahren ermöglicht ein **gemeinsames** Medium (Ethernet, Wireless, Tokenring, ...) mit **mehreren** anderen Teilnehmern gemeinsam zu verwenden.
- Um bei einem **gemeinsamen** Medium **gezielt** Teilnehmer ansprechen zu können, stellt der MAC Layer – pro Teilnehmer eindeutige – Adressen (MAC Address) bereit.



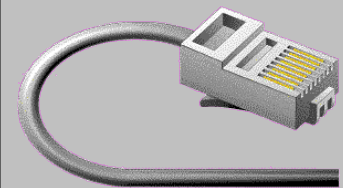
OSI-Modell in der Praxis

Das OSI-Modell ist ein Modell!

In der Praxis werden sie kaum auf eine 1:1 Abbildung vom ISO/OSI-Modell treffen.

In der Praxis werden sie häufig das **TCP-Modell** bzw. **DoD-Modell** antreffen.

(DoD: Department of Defense)

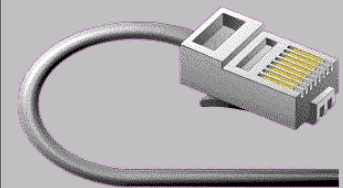


TCP-Modell

Beim TCP Modell sind nicht alle sieben Schichten vorhanden:

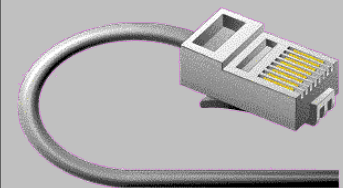
- Die Schichten 1 und 2 sind zum **Network Interface Layer** zusammengelegt.
- Die Schichten 5 bis 7 sind zum **Application Layer** vereinigt.

Das DoD-Modell unterscheidet sich nur durch die Benennung der Layer gegenüber dem TCP-Modell.

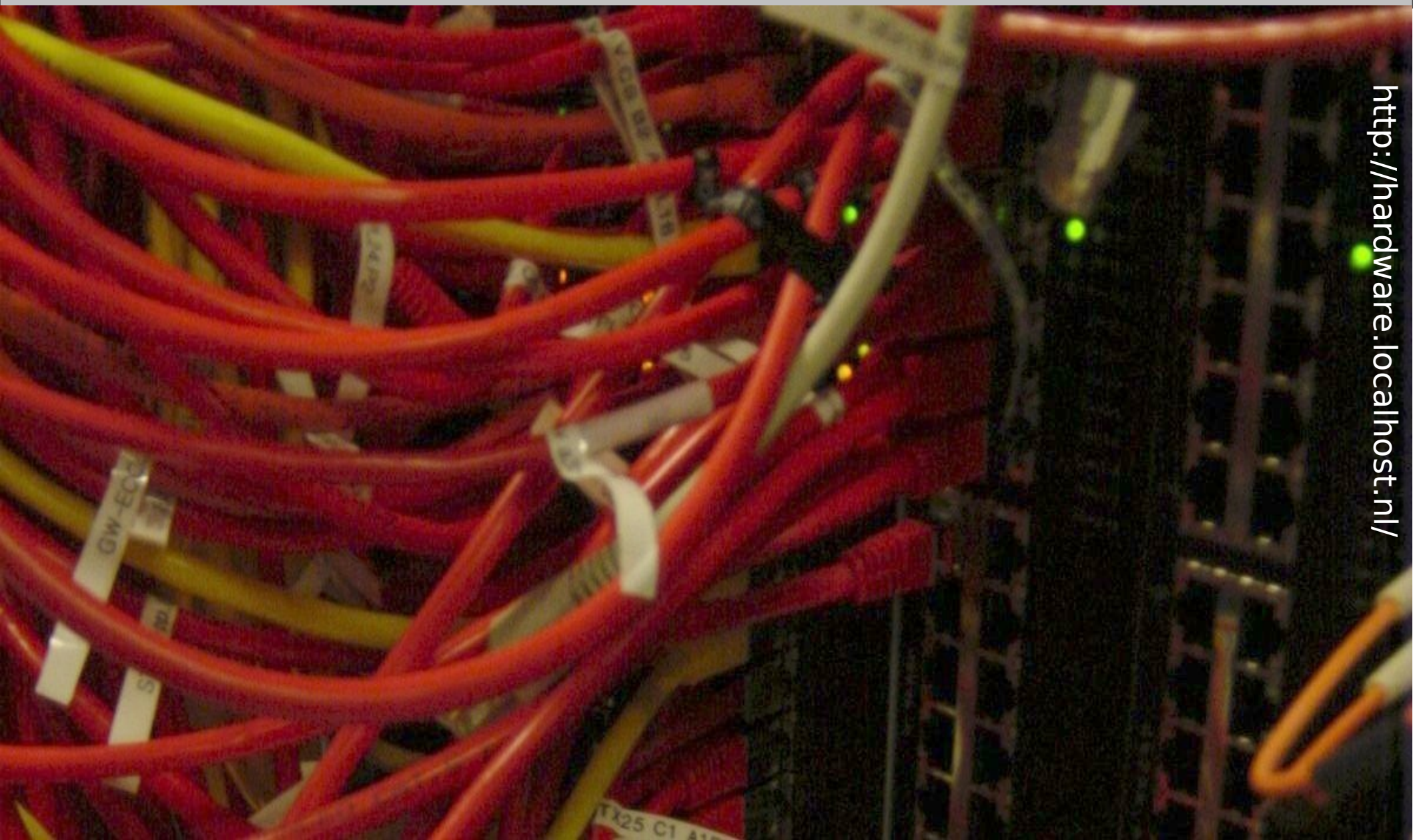


OSI-, DoD-, TCP Modell

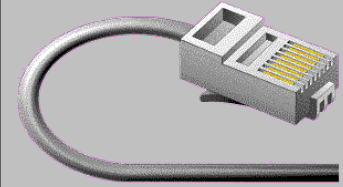
OSI Modell		DoD Modell	TCP Modell
7	Application	Application Layer	Application Layer
6	Presentation		
5	Session		
4	Transport	Transport Layer	Transport Layer
3	Network	Internet Layer	Network Layer
2	Data-Link	Network Access Layer	Network Interface Layer
1	Physical		



Fragen ?



<http://hardware.localhost.nl/>



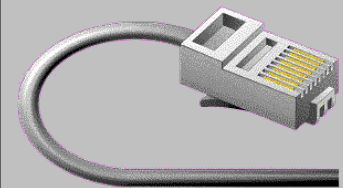
Kapselung

Den Daten müssen für die Übertragung zusätzliche Informationen (Source-, Ziel-Applikation, Source-, Ziel-Adresse, ...) hinzugefügt werden.

Jede Schicht fügt die Daten (**PCI** Protocol Control Information) hinzu, die sie selber braucht.

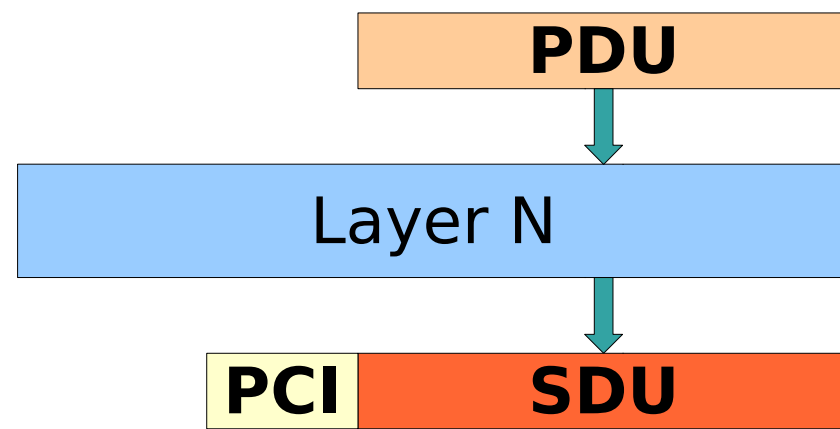
Die PCI-Daten werden vor den Daten (**PDU** Protocol Data Unit) eingefügt.

(Die PCI-Daten sollen vor den Daten bei der Gegenstelle ankommen. So kann die Gegenstelle sofort mit dem verarbeiten der Daten beginnen.)

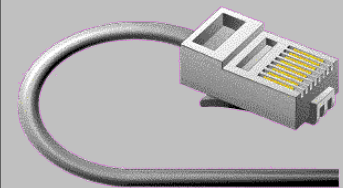


Kapselung

Wandern die Daten (**PDU** Protocol Data Unit) zu tieferen Schichten, so werden die Daten bei jeder Schicht um die notwendigen Steuerinformationen (**PCI** Protocol Control Information) erweitert.



Dies ist notwendig, damit die Schicht auf der Gegenseite die Informationen bekommt um die Daten richtig zu behandeln



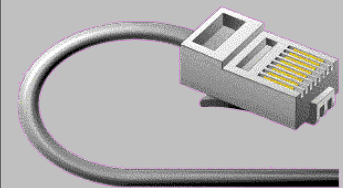
Segmentierung

Um zu grosse Datenpakete transportieren zu können, müssen sie in kleinere Stücke aufgeteilt – segmentiert – werden, damit die einzelnen 'Portionen' über den Layer 1 transportiert werden können.

Die einzelnen Segmente werden markiert, damit sie beim Empfänger in der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt werden können.

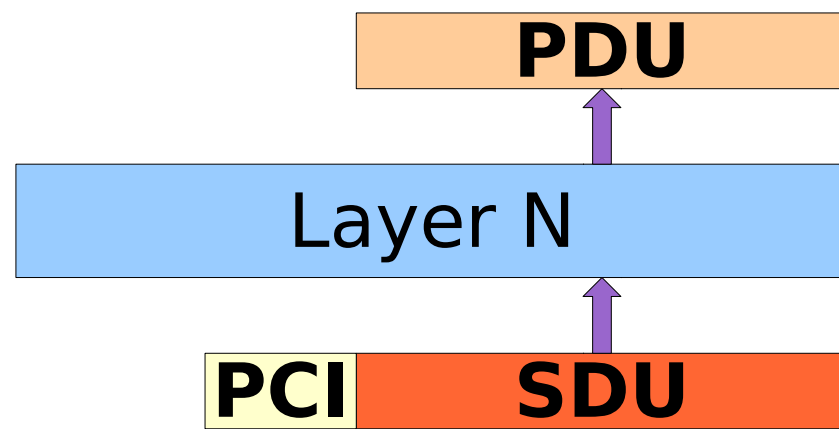


D: Daten
H: Header

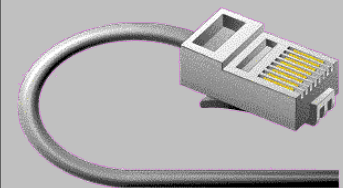


Entkapselung

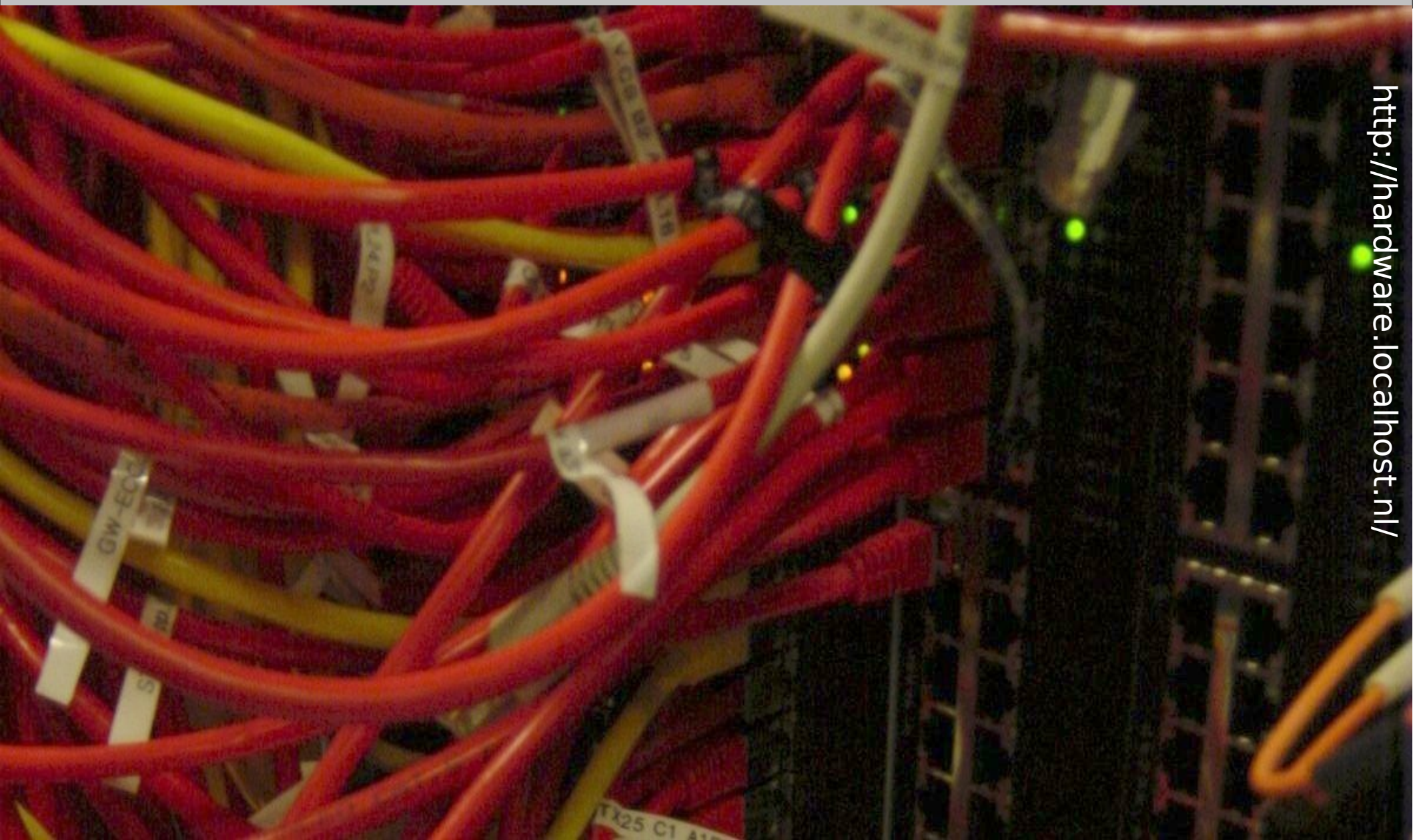
Wandern die Daten zu höheren Schichten, so werden die Daten bei jeder Schicht um die **eigenen** Steuerinformationen (PCI) reduziert.



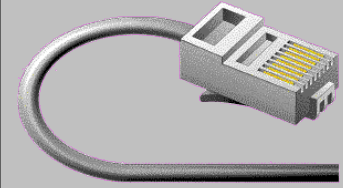
Die Daten werden entsprechend den Informationen im Header bearbeitet. Die verarbeiteten Daten werden, an die nächst höhere Schicht weitergereicht.



Fragen ?



<http://hardware.localhost.nl/>

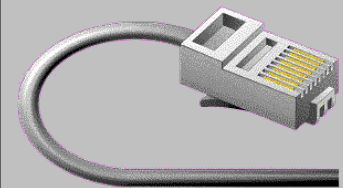


Datenpaket Typen

Je nach Layer werden die Datenpakete bzw. die segmentierten Datenpakete als

- **Datagram** Layer 7 - 5
- **Segmentes** Layer 4
- **Pakets** Layer 3
- **Frames** Layer 2
- **Bits** Layer 1

bezeichnet.



Datenpaket Typen

System 1

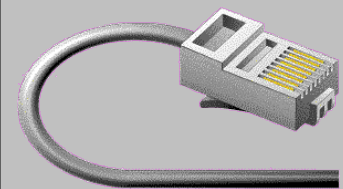
Datenpaket Typen

System 2

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

Datagram
Segment
Packet
Frame
Bits

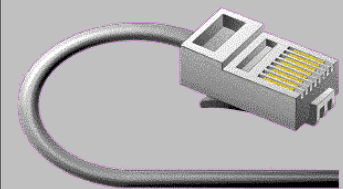
Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical



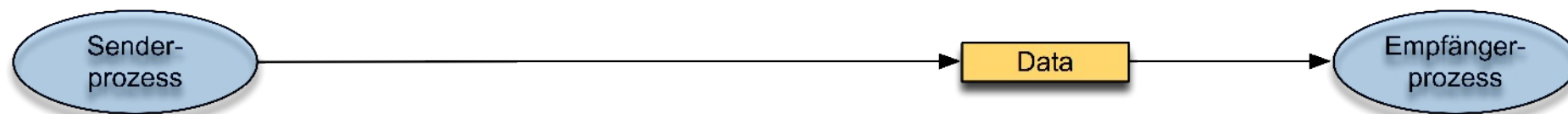
Datenfluss: vom Sender zum Empfänger

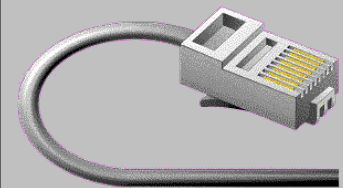
Wie werden die Daten vom Sender zum Empfänger transportiert?

- Der Sender und auch der Empfänger der Daten können ausschliesslich auf den **Layer 7** des Netzwerk-Stacks zugreifen
- Innerhalb des Stacks können nur die gleichen Schichten miteinander "sprechen".
- Die Daten können nur über den **Physical-Layer** transportiert werden.

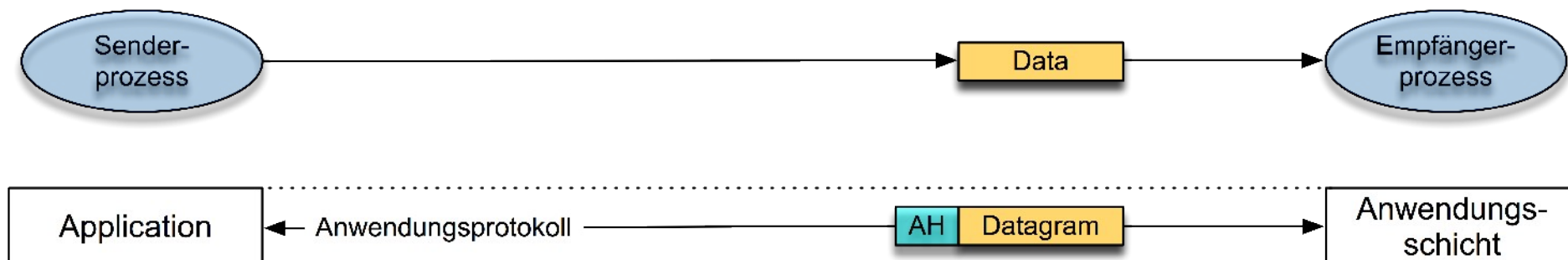


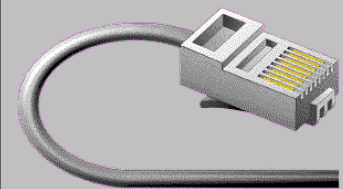
Datenfluss: vom Sender zum Empfänger



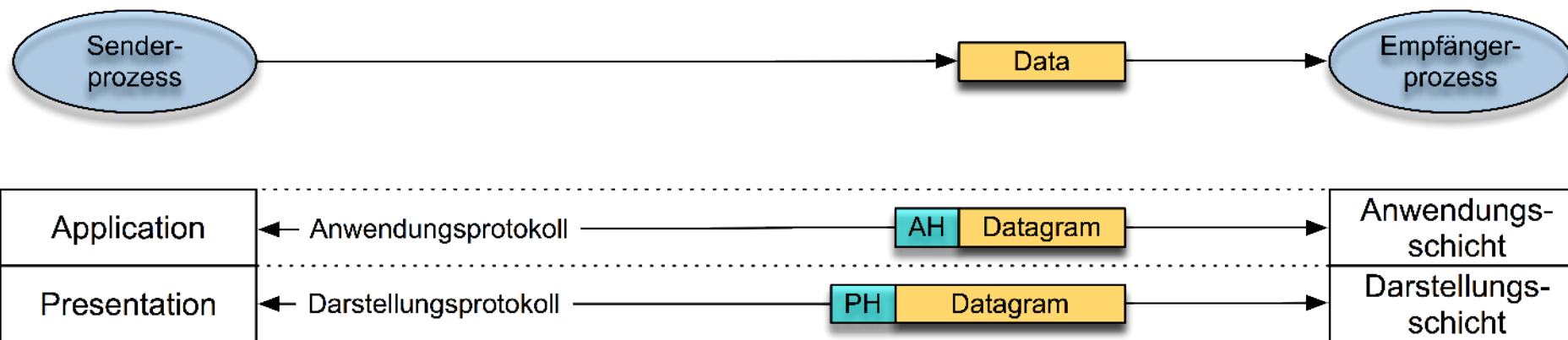


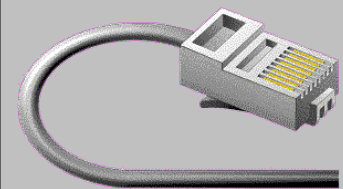
Datenfluss



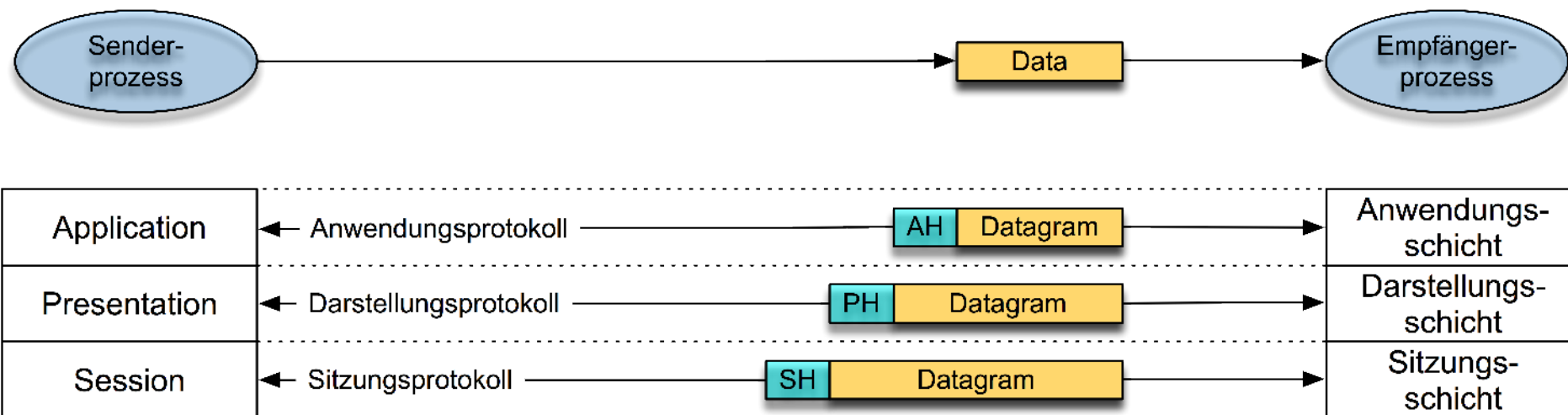


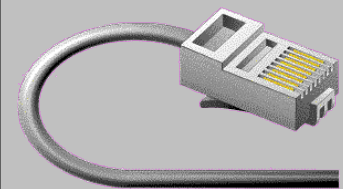
Datenfluss



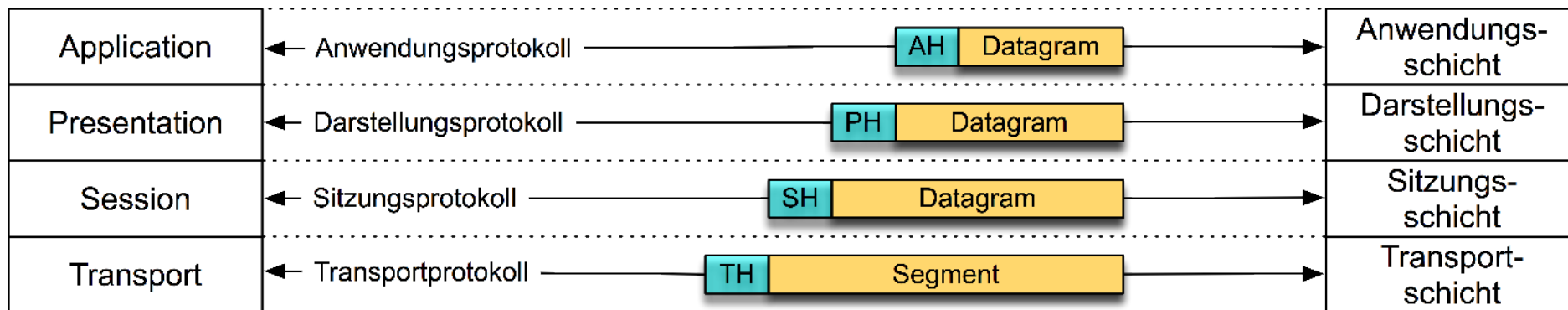
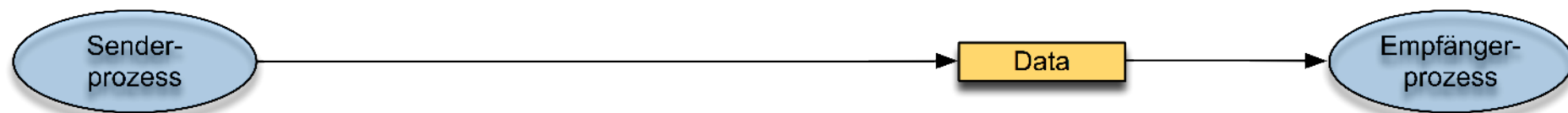


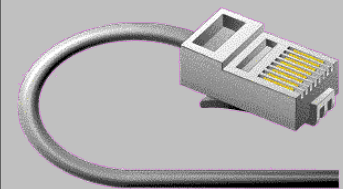
Datenfluss



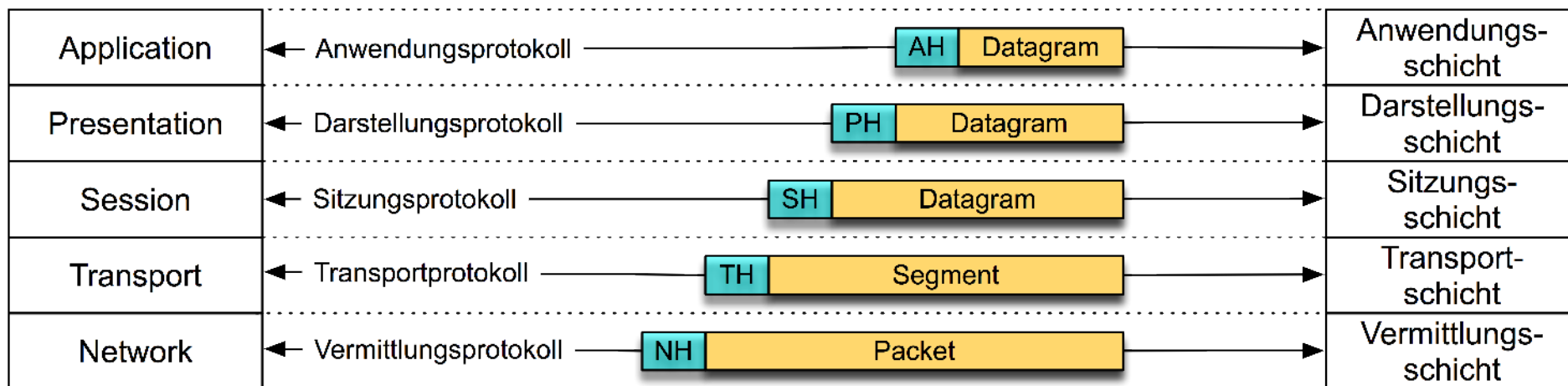
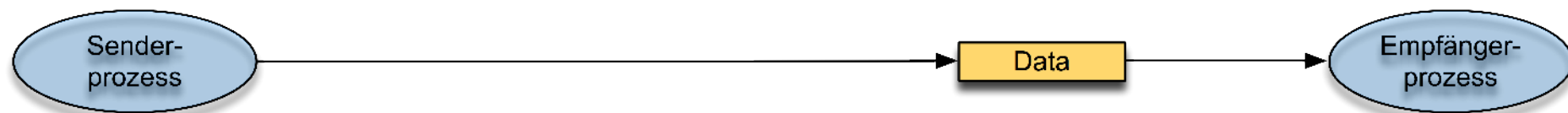


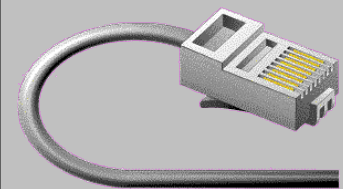
Datenfluss



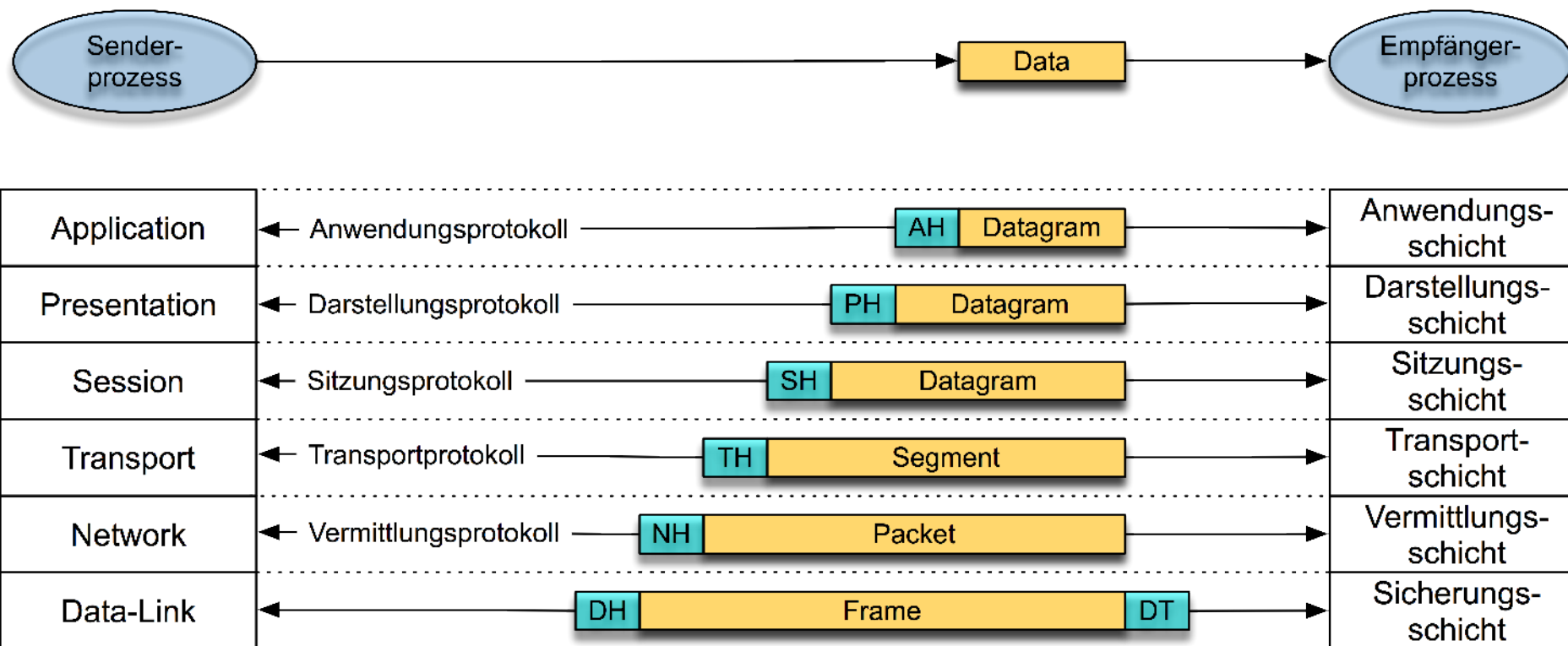


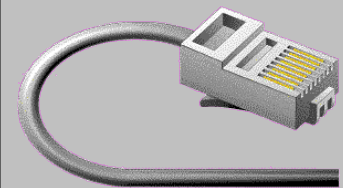
Datenfluss



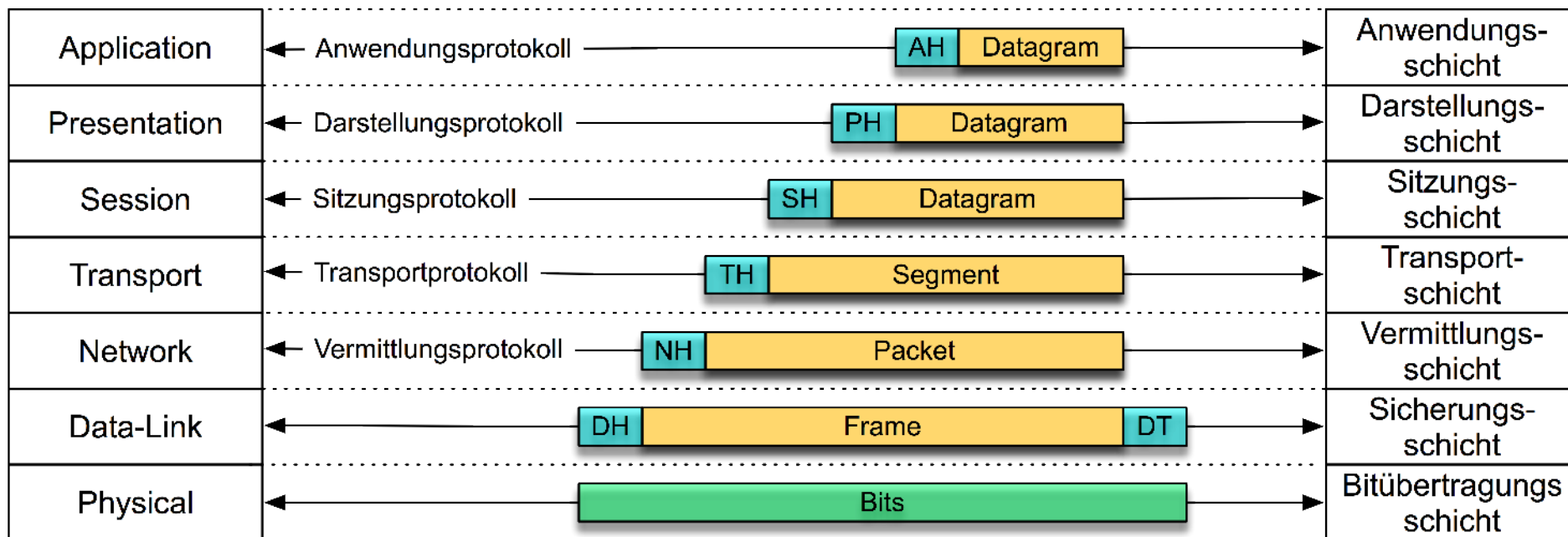
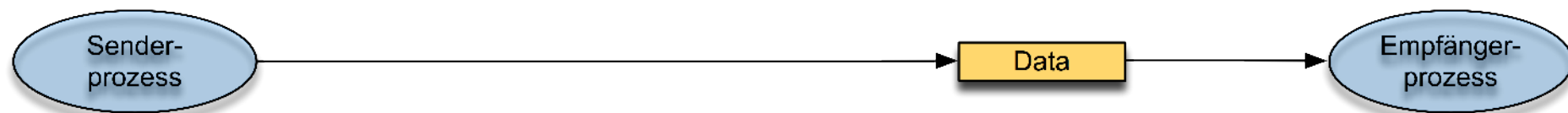


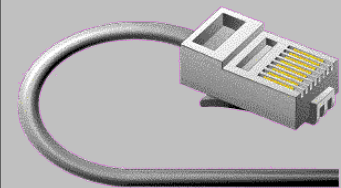
Datenfluss



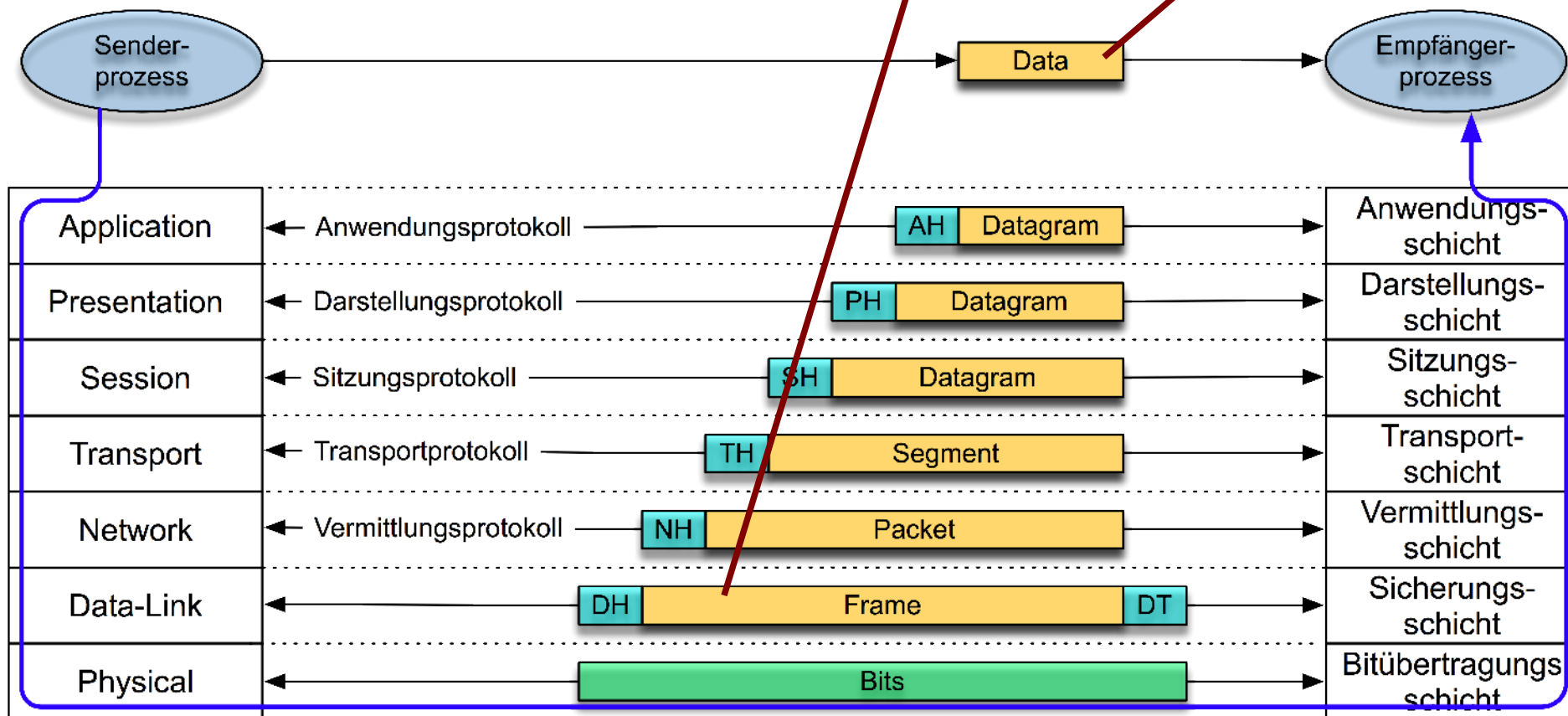


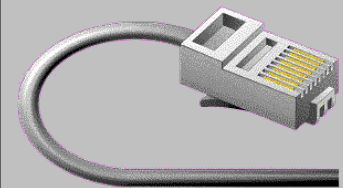
Datenfluss





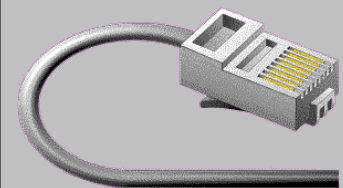
Datenfluss



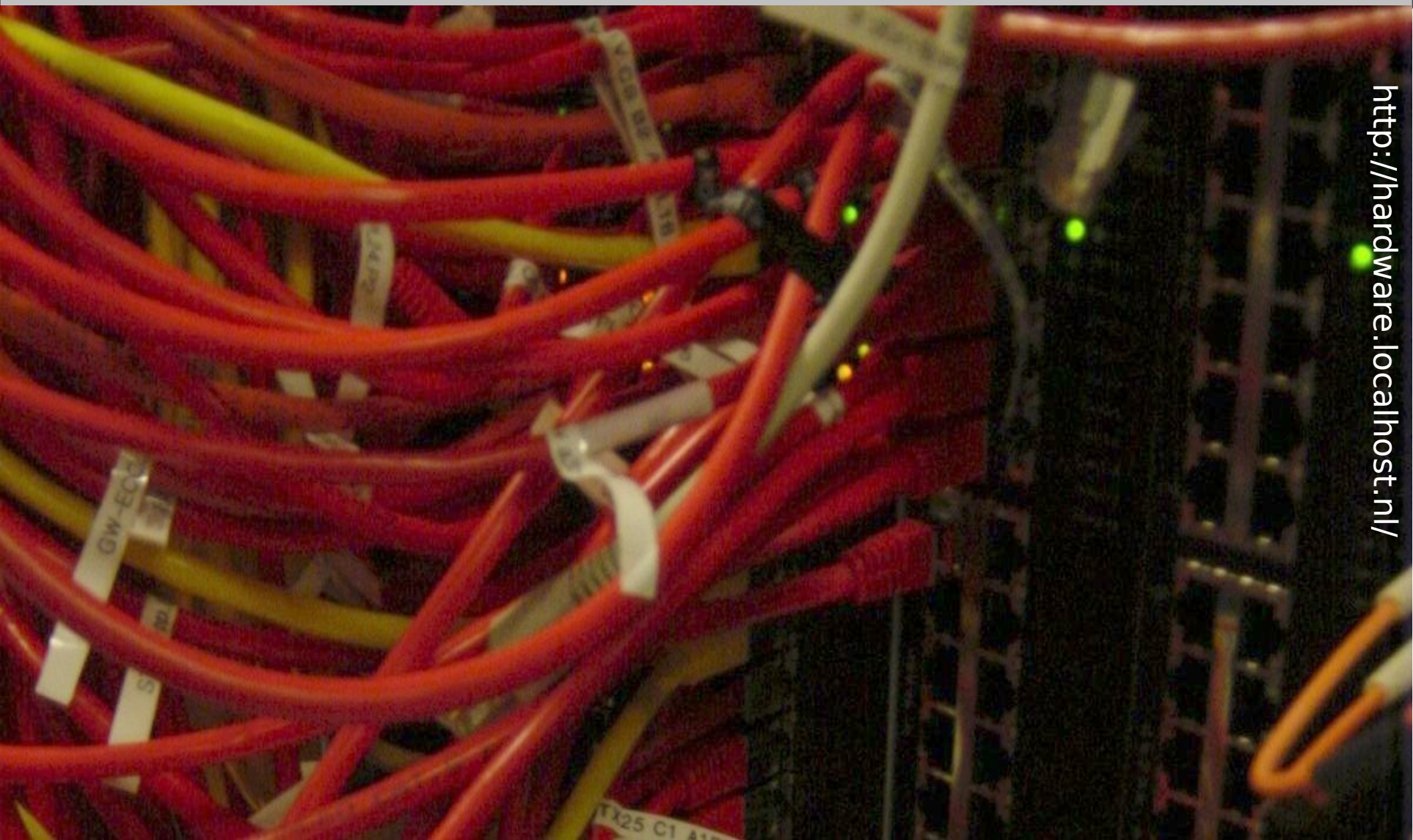


die 7 Layer im Überblick

7	Application	Anwendung
6	Presentation	Datenformate, Darstellungs-, Verschlüsselungsinformationen
5	Session	Verbindungen, Flusskontrolle, Checkpoints
4	Transport	Pakete, Flusskontrolle, Fehlerbehandlung, Acknowledge
3	Network	Adressinformationen, Routing
2	Data-Link	Frames, Fehlerbehandlung
1	Physical	Definition der physikalischer Parameter



Fragen ?



<http://hardware.localhost.nl/>



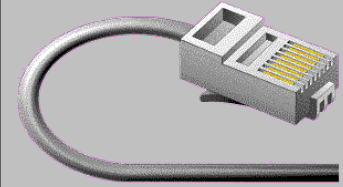
Netzwerk Topologie

Neben den Schichten (Layern) ist die physische bzw. logische Topologie eines Netzwerkes ein wichtiges Kriterium um ein Netzwerk zu beschreiben.

Physische Topologie beschreibt wie die Topologie des Netzwerkes physisch realisiert ist. (entspricht dem Kabelverlauf, sofern Kabel verwendet werden)

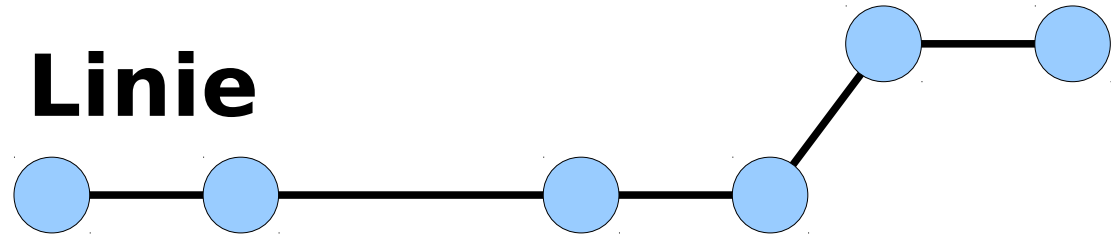
Logische Topologie beschreibt wie das Netzwerk funktioniert.

Logische und physische Netzwerk Topologie muss nicht deckungsgleich sein!



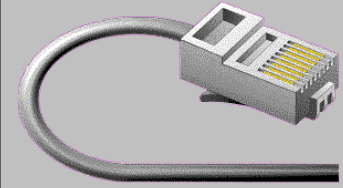
Topologie: Daisy Chain

Daisy Chain / Linie



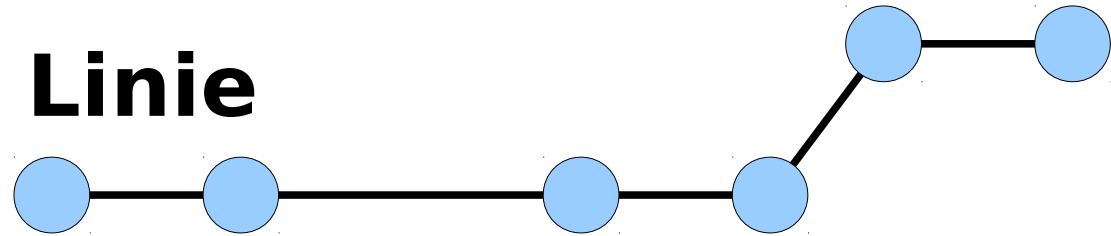
Jeder Teilnehmer ist direkt mit seinem Nachbarn verbunden

- + Datenaustausch mit dem Nachbarn erfolgt ohne Störungen der andern Teilnehmer.
- + Mit einfachen Mitteln realisierbar (z.B. mittels serieller Schnittstellen)
- Fällt eine Teilnehmer aus, so ist das ganze Netz geteilt.
- Datenaustausch zu entfernten Teilnehmern blockiert alle beteiligten Stationen.



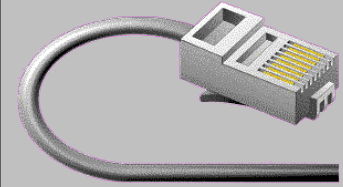
Topologie: Daisy Chain

Daisy Chain / Linie



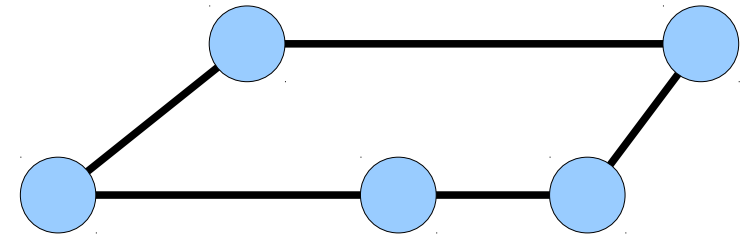
Eingesetzt bei:

- Verkabelung von SCSI-Devices
- ZIP-Drives (Computer – ZIP – Drucker)



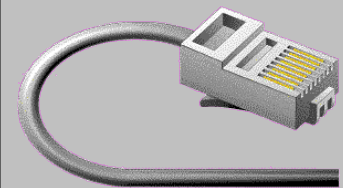
Topologie: Ring

Ring



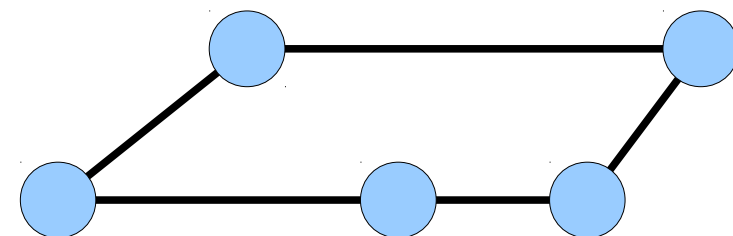
Jeder Teilnehmer ist direkt mit zwei Nachbarn verbunden

- + Der sendende Teilnehmer kann kontrollieren, ob die Daten beim Ziel angekommen sind.
- + Fällt eine Teilnehmer/Leitung aus, so ist das Netz weiterhin brauchbar.
- Komplizierte Verkabelung



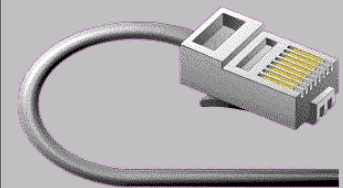
Topologie: Ring

Ring



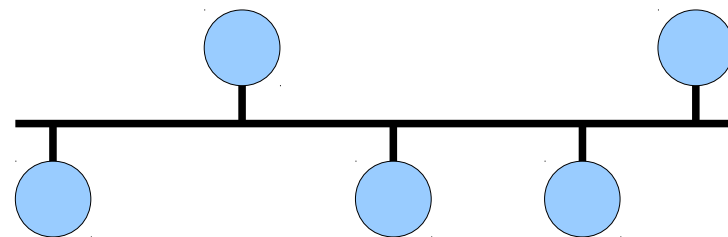
Eingesetzt bei:

- Tokenring (IEEE 802.5)
- SDH (Synchrone Digitale Hierarchy)
- SONET (Synchronous Optical Net)
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
- Fibre Channel Arbitrated Loop (FC-AL)
- ...



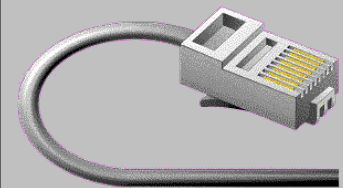
Topologie: Bus

Bus



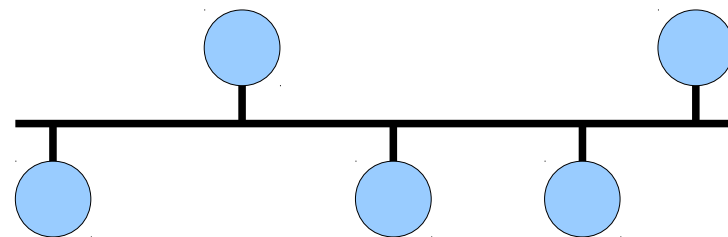
Jeder Teilnehmer ist an einen Bus angeschlossen

- + Einfache Verkabelung.
- + Hardware-Aufwand beim Teilnehmer ist kleiner.
- Es darf immer nur ein einziger Teilnehmer senden. Die Teilnehmer müssen sich synchronisieren.
- Probleme am Kabel vom Bus führt dazu, dass das ganze Netzwerk unbrauchbar ist.



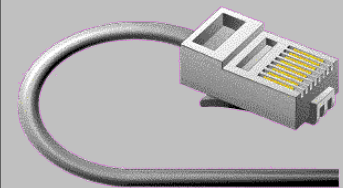
Topologie: Bus

Bus



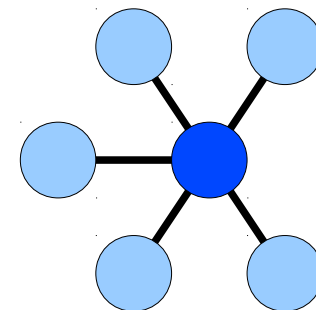
Eingesetzt bei:

- Tokenbus (IEEE 802.4) (→ Achtung: Auf Layer 1 Bus Topologie, Layer 2 jedoch Ring Topologie!)
- ThinEthernet (10Base2)
- ThickEthernet (10Base5)
- ...



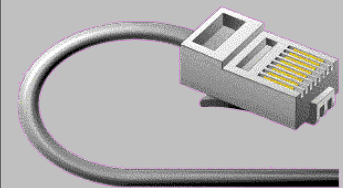
Topologie: Star

Star / Stern



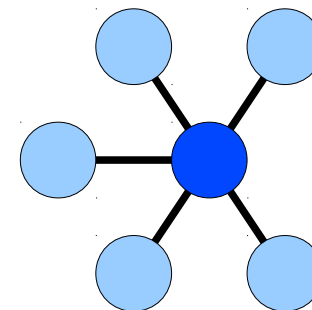
Jeder Teilnehmer ist an einem zentralen Verteiler angeschlossen

- + Einfache Verkabelung.
- + Bei einer Störung an einem Kabel ist nur der direkt angeschlossene Teilnehmer gestört.
- + Hardware-Aufwand beim Teilnehmer ist kleiner.
- Es braucht einen zentralen Verteiler
- Fällt der zentrale Verteiler aus, so geht nichts mehr



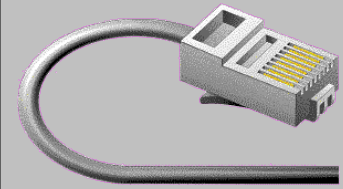
Topologie: Star

Star / Stern



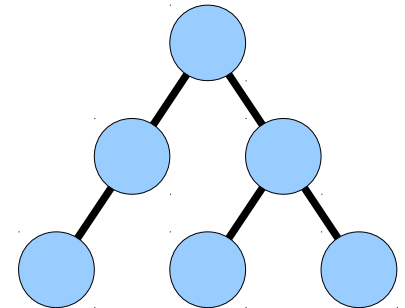
Eingesetzt bei:

- Wireless Accesspoints
- Switches, Universellen Gebäude-Verkabelungen
- USB
- ...



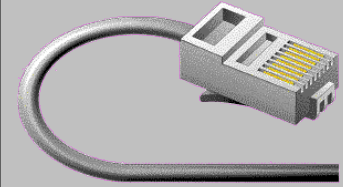
Topologie: Tree

Tree / Baum



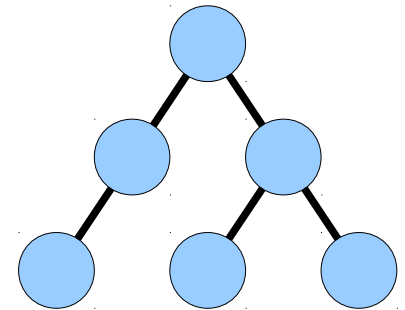
Die Teilnehmer sind baumförmig angeschlossen

- + Einfache Verkabelung.
- + Hardware-Aufwand beim Teilnehmer ist kleiner.
- + Bei einer Störung an einem Kabel ist nur ein Teil vom Netz betroffen
- Es braucht mehrere 'zentrale' Verteiler.



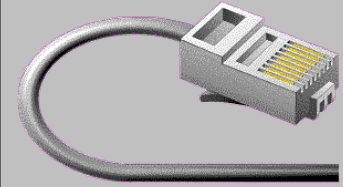
Topologie: Tree

Tree / Baum



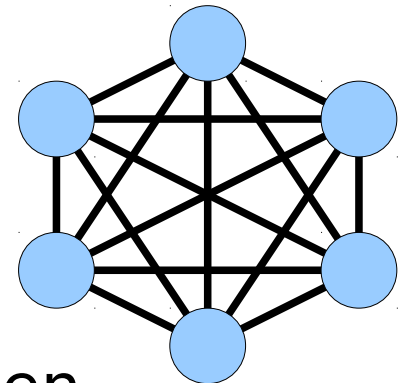
Eingesetzt bei:

- Switches, Universellen Gebäude-Verkabelungen
- USB
- ...



Topologie: Full Mesh

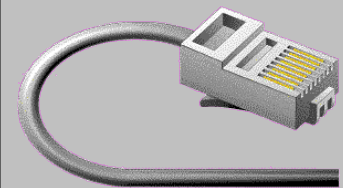
Full Mesh



Jeder Teilnehmer ist mit jedem verbunden

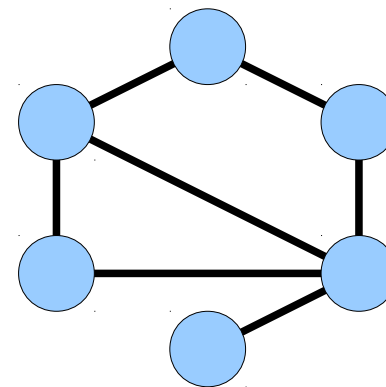
- + Bei einer Störung an einem Kabel sind nur die direkt betroffenen Teilnehmer betroffen
- Sehr aufwendige Verkabelung: es braucht sehr viele Verbindungen:
(n Anzahl der Verbindungen, k Anzahl der Knoten)

$$n = \frac{k * (k - 1)}{2}$$



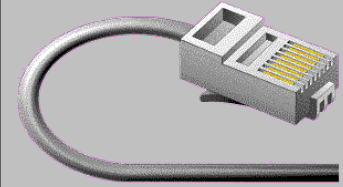
Topologie: Mesh

Mesh



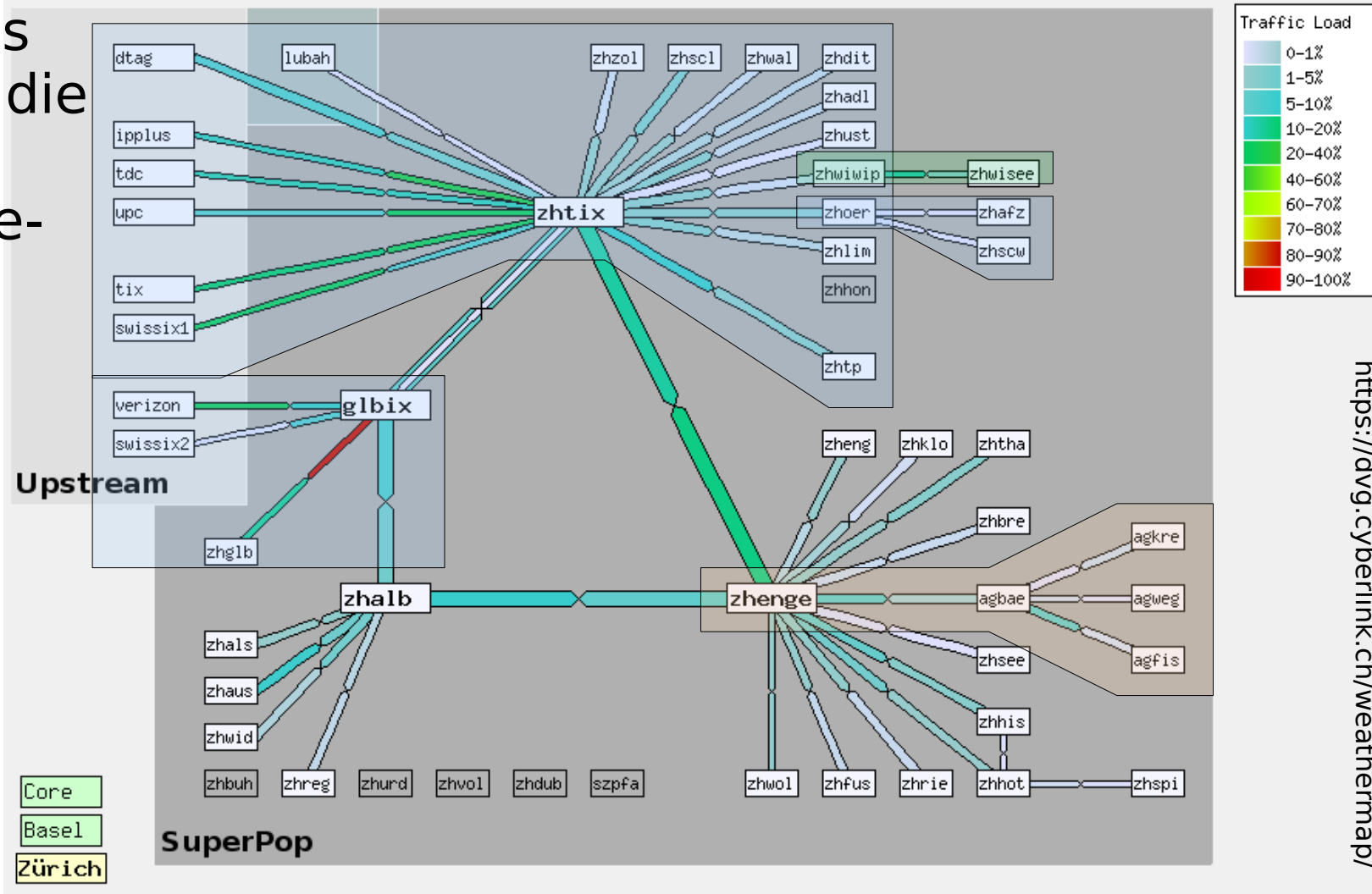
Jeder Teilnehmer ist mit einem oder mehreren Teilnehmern verbunden

- + Bei einer Störung an einem Kabel sind nur die direkt betroffenen Teilnehmer betroffen.
- Aufwendige Verkabelung
- Weniger Redundanz als bei Full Mesh

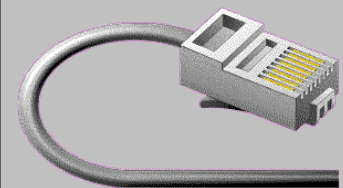


Topologie: Mischformen

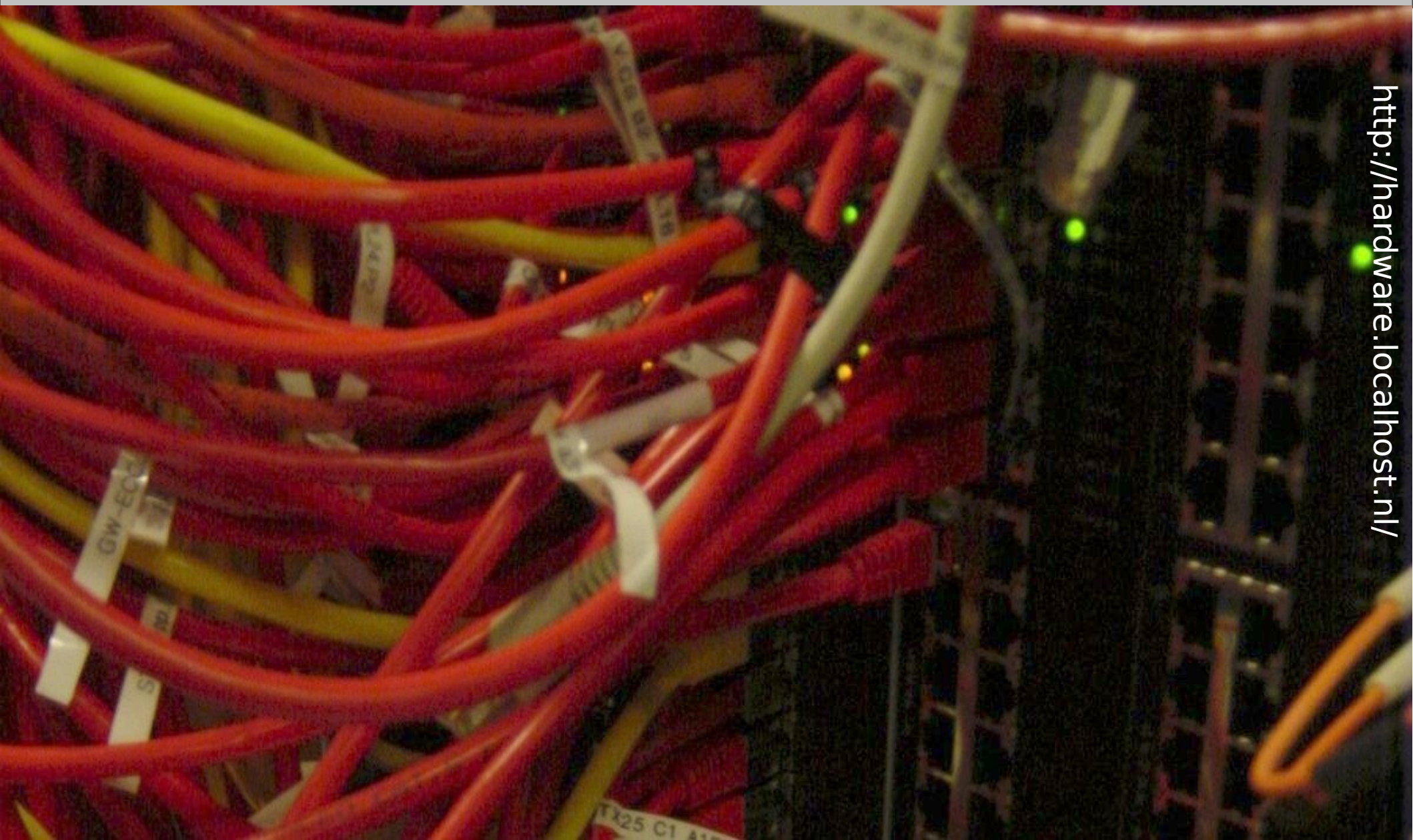
In der Praxis findet man die Topologien meistens gemischt.



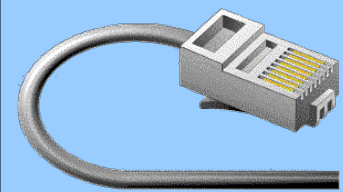
<https://dvg.cyberlink.ch/weathermap/>



Fragen ?

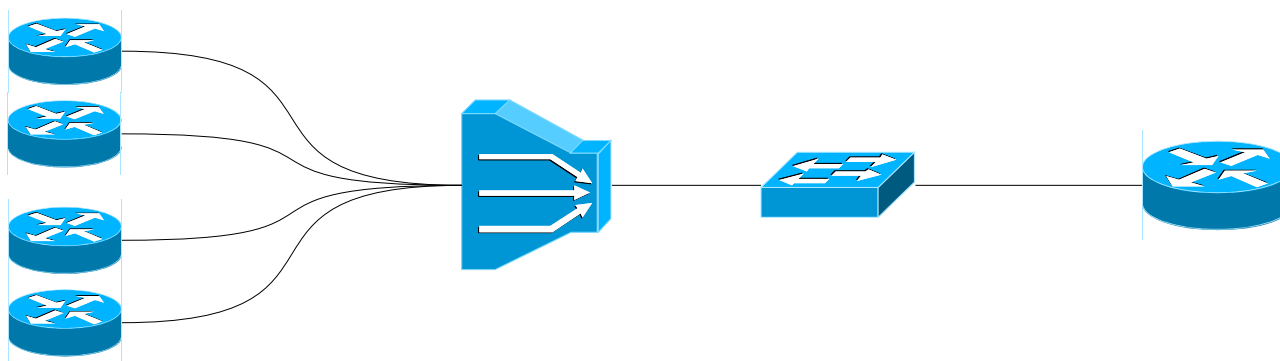


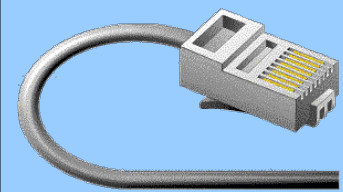
<http://hardware.localhost.nl/>



Aufgabe 1a

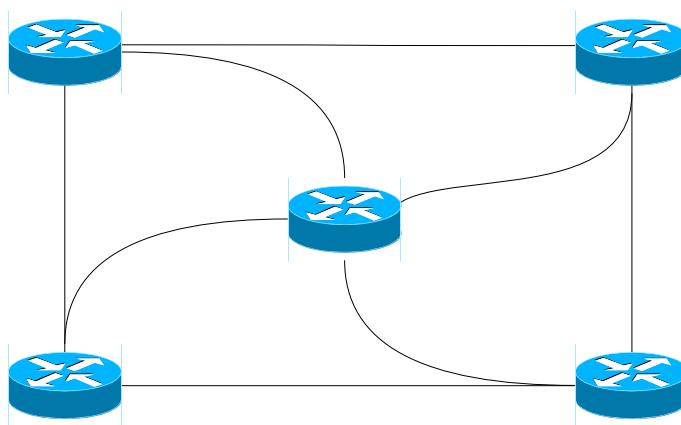
Bezeichnen sie die physischen Topologien in folgenden Netzwerken:

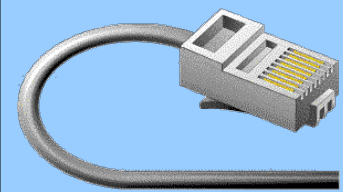




Aufgabe 1b

Bezeichnen sie die physischen Topologien in folgenden Netzwerken:





Aufgabe 1c

Bezeichnen sie die physischen Topologien in folgenden Netzwerken:

