

Rechnernetze

Kapitel 1: Einleitung

Hochschule Ulm
Prof. Dr. F. Steiper



Rechnernetze, INF2, 2022

- *Urheberrechte*

- *Die Vorlesungsmaterialien und Vorlesungsaufzeichnungen zum Kurs „Rechnernetze (INF2)“ dürfen nur für private Zwecke im Rahmen Ihres Studiums an der Technischen Hochschule Ulm genutzt werden.*
- *Eine Vervielfältigung und Weitergabe dieser Materialien in jeglicher Form an andere Personen ist untersagt.*
- *© Copyright. Frank Steiper. 2022. All rights reserved*

1.1 Datenübertragung im Internet

- *Geschichte der Rechnernetze*

- **1970-1980: Aufbau - und Experimentierphase (ARPANET)**

- *Hervor gegangen aus einem Projekt des US-Verteidigungsministeriums*
- *Auftrag an die ARPA (Advanced Research Project Agency)*
- *Beginn 1969: 4 Netzknoten, 4 angeschlossene Rechner, 50kb-Leitungen*
- *1970 ALOHAnet wird realisiert, verbindet Hawaii-Inseln per Funk; daraus resultieren Funktionsprinzipien des heutigen Ethernet-Protokolls*
- *1973 Erfindung des TCP-Protokolls an der Stanford University*
- *1978 Die ISO (International Standards Organisation) veröffentlicht das OSI Referenzmodell; Erstes Ethernet-Patent wird vergeben an die Gründer von 3COM*

- **1980-1990: Verbreitung des Internet vor allem als Forschungs- und Wissenschaftsnetz**

- *1983 200 Netzknoten, Hunderte von Rechnern;
Trennung: militärischer Teil -> MILNET; ziviler Teil -> NSFnet*

- **1990-2000ff: Internet wird weltweite Basiskommunikationsstruktur für wissenschaftliche, kommerzielle und private Nutzung**

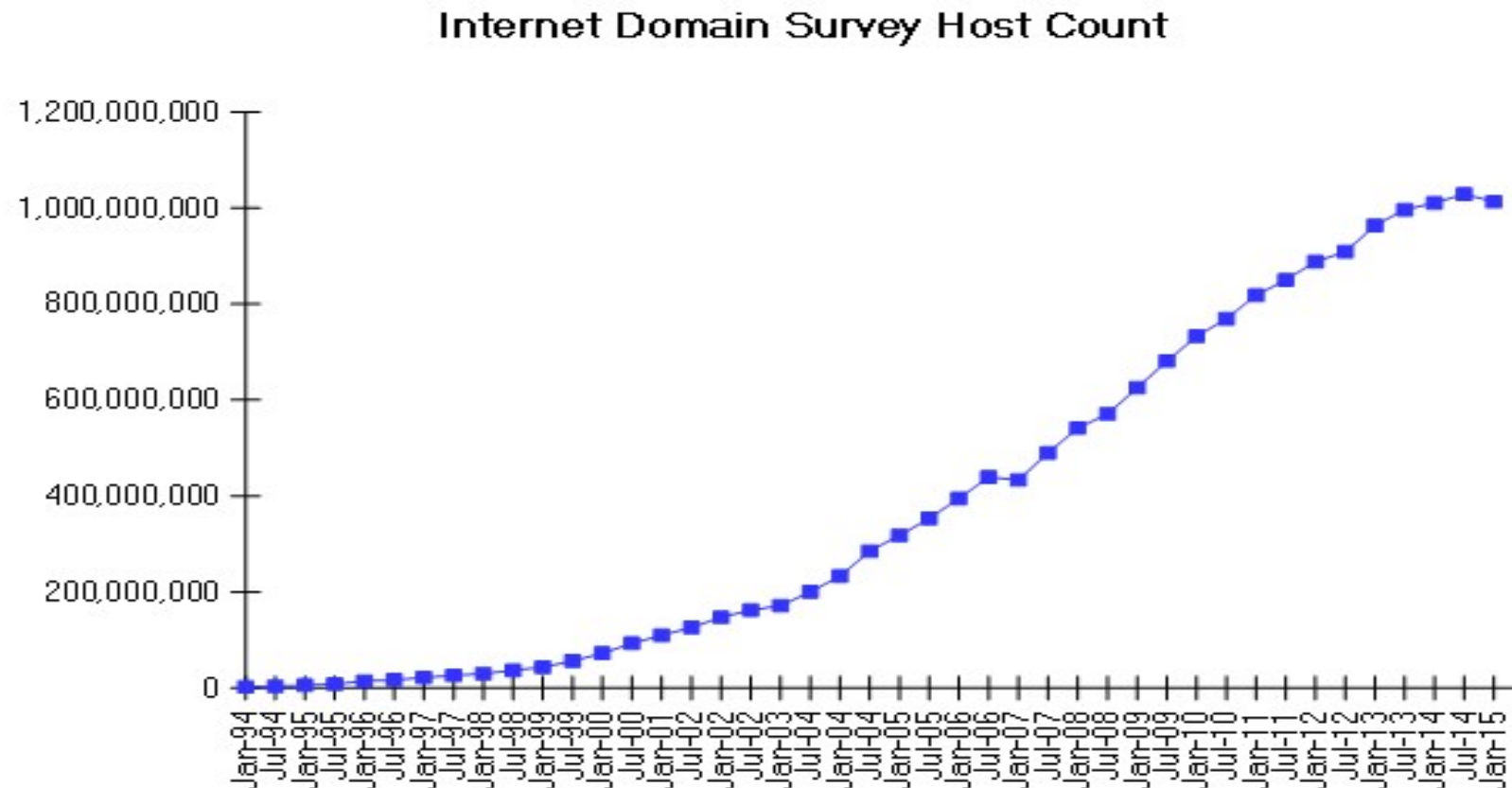
- *Anfang 1993: die ersten Web-Server im Internet (rein wissenschaftlich)*
Ende 1994: 10000 Web-Server, 2000 davon kommerziell

[Ref1] Kapitel 1, Seite 84-90

[Ref2] Kapitel 1, Seite 80-87

1.1 Datenübertragung im Internet

- *Anzahl der ans Internet angeschlossenen Rechner*



► **Siehe auch: The ISC Domain Survey (<https://www.isc.org/solutions/survey>)**

1.1 Datenübertragung im Internet

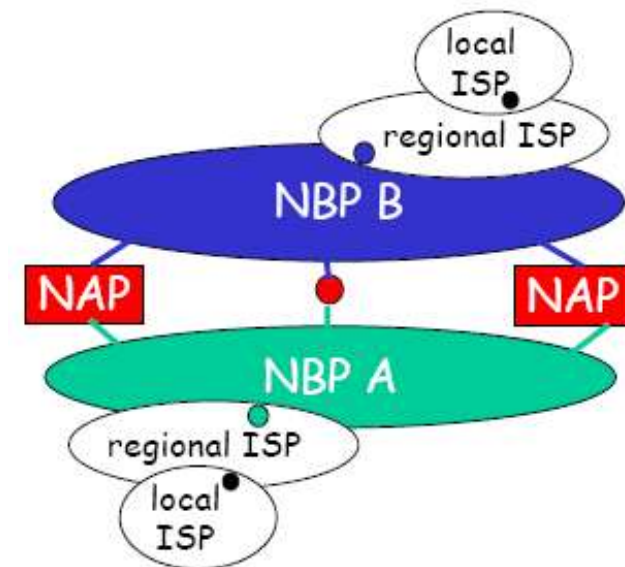
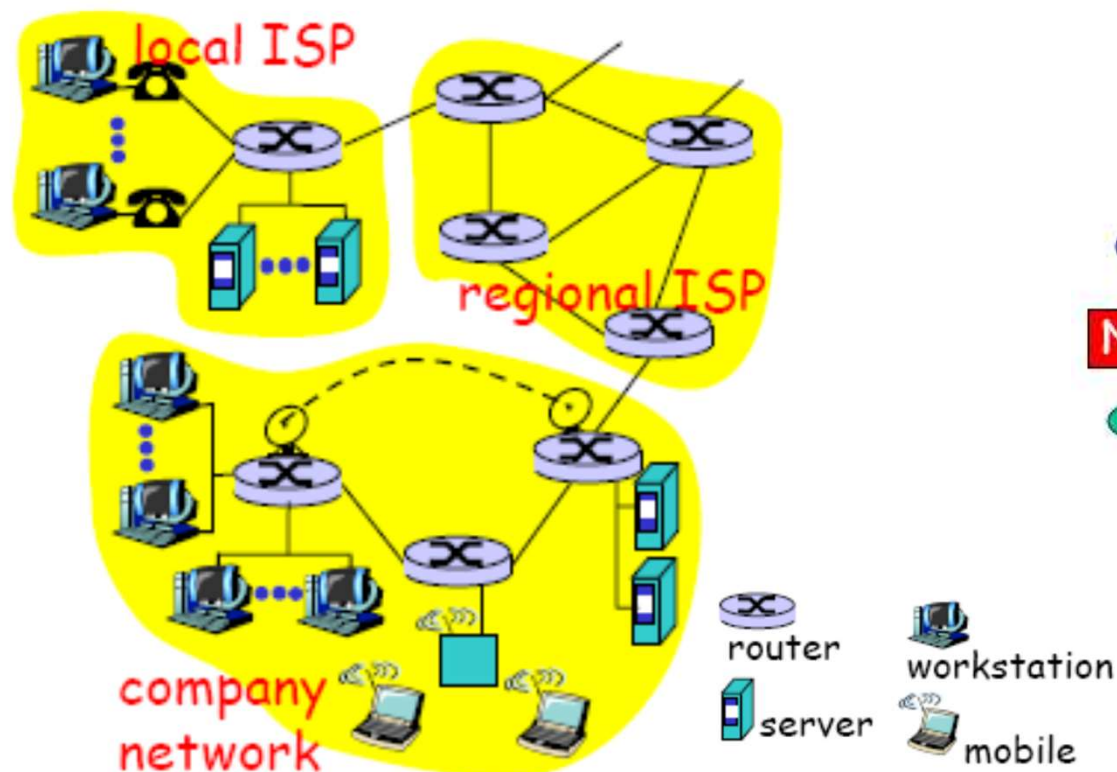
- *Struktur des Internets*

- *Großes Spektrum von Netztechnologien, hierarchisch strukturiert, dynamische Topologie*

[Ref1] Kapitel 1, Seite 22-26

[Ref1] Kapitel 1, Seite 42-56

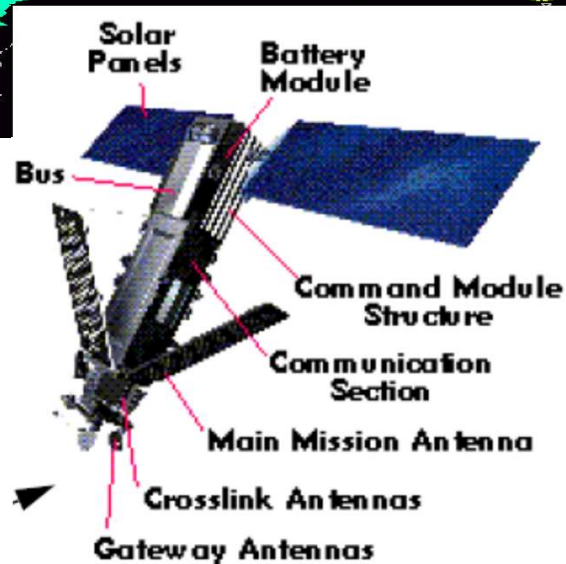
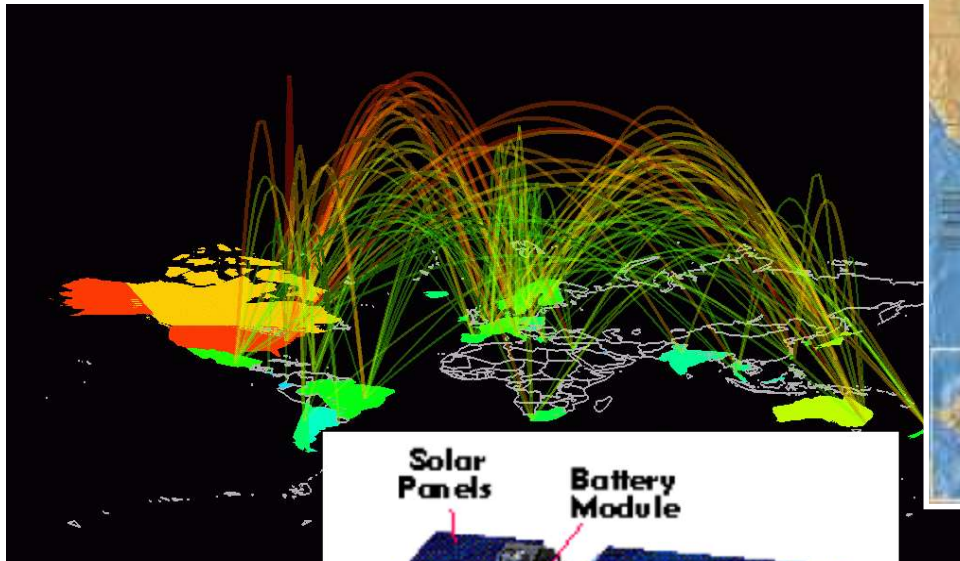
[Ref 2] Kapitel 1, Seite 87-91



ISP: Internet Service Provider
NAP: Network Access Point
NBP: National Backbone Provider

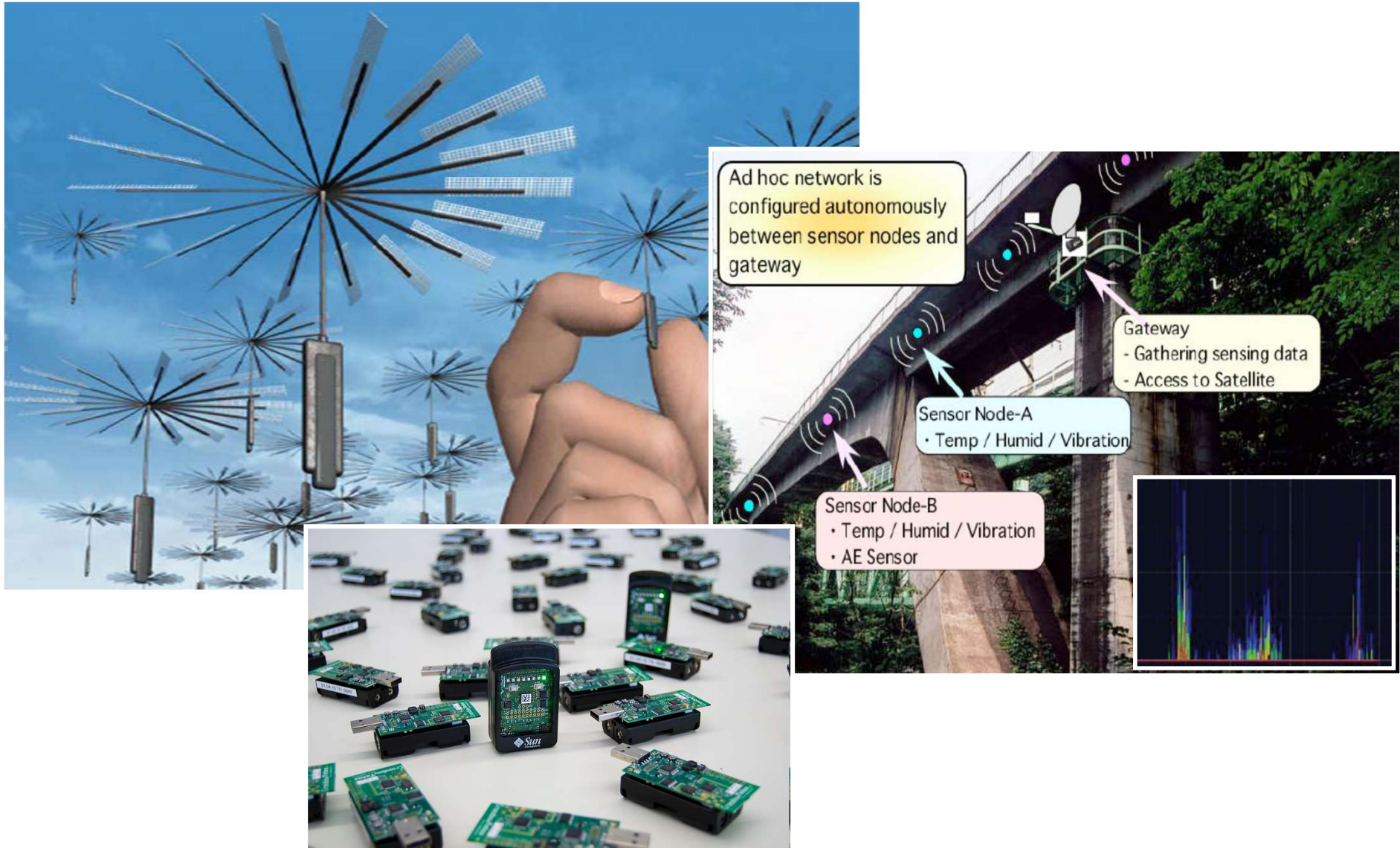
1.1 Datenübertragung im Internet

- *Die Internet-Netzinfrastuktur*



Unterwasserverstärker: 1-2 m Länge, 30-50 cm Breite, 300-500 kg, 40W, 0.5-1 Mio \$, in bis zu 7000 m Tiefe.

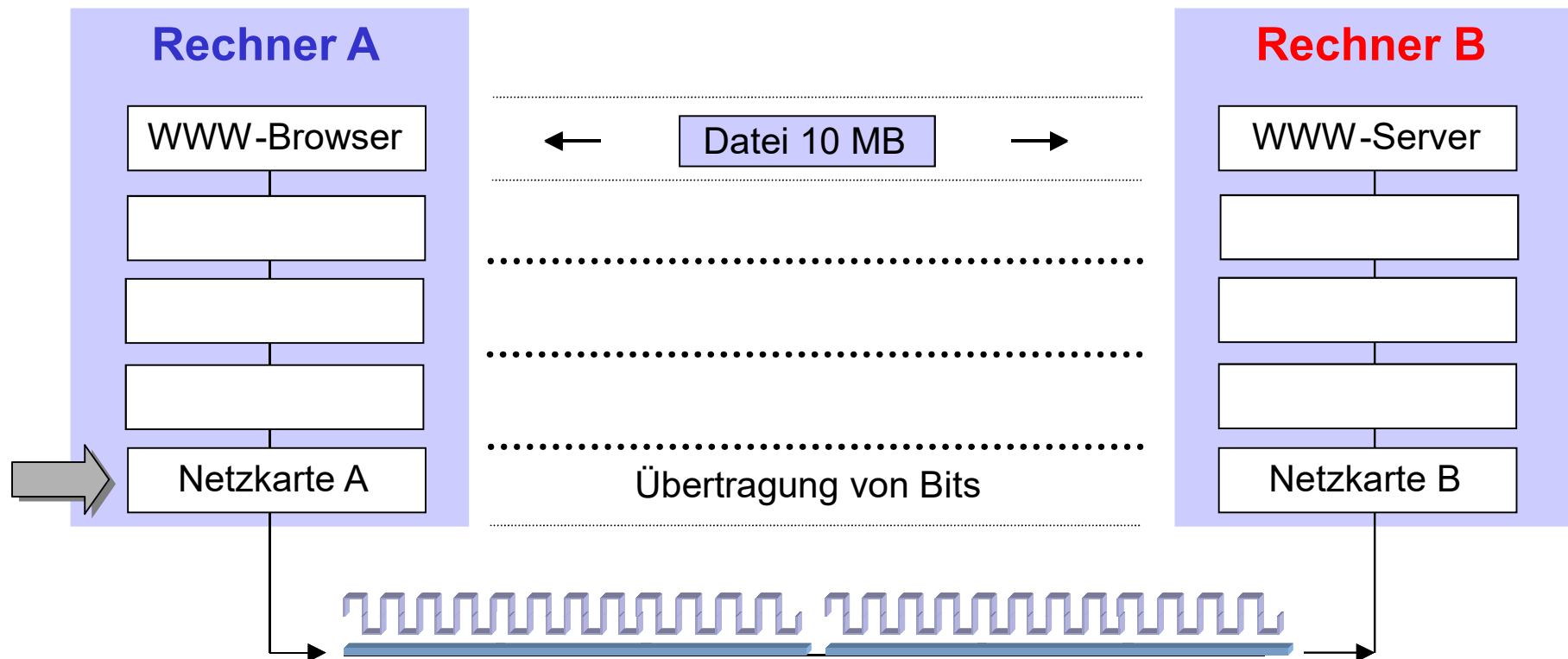
1.1 Das Internet der Dinge: Drahtlose Sensornetze



1.1 Datenübertragung im Internet: Bitübertragung

- *Fragestellung*

- *Wie funktioniert die Datenübertragung über viele, heterogene Netze hinweg?*



1.1 Datenübertragung im Internet: Bitübertragung

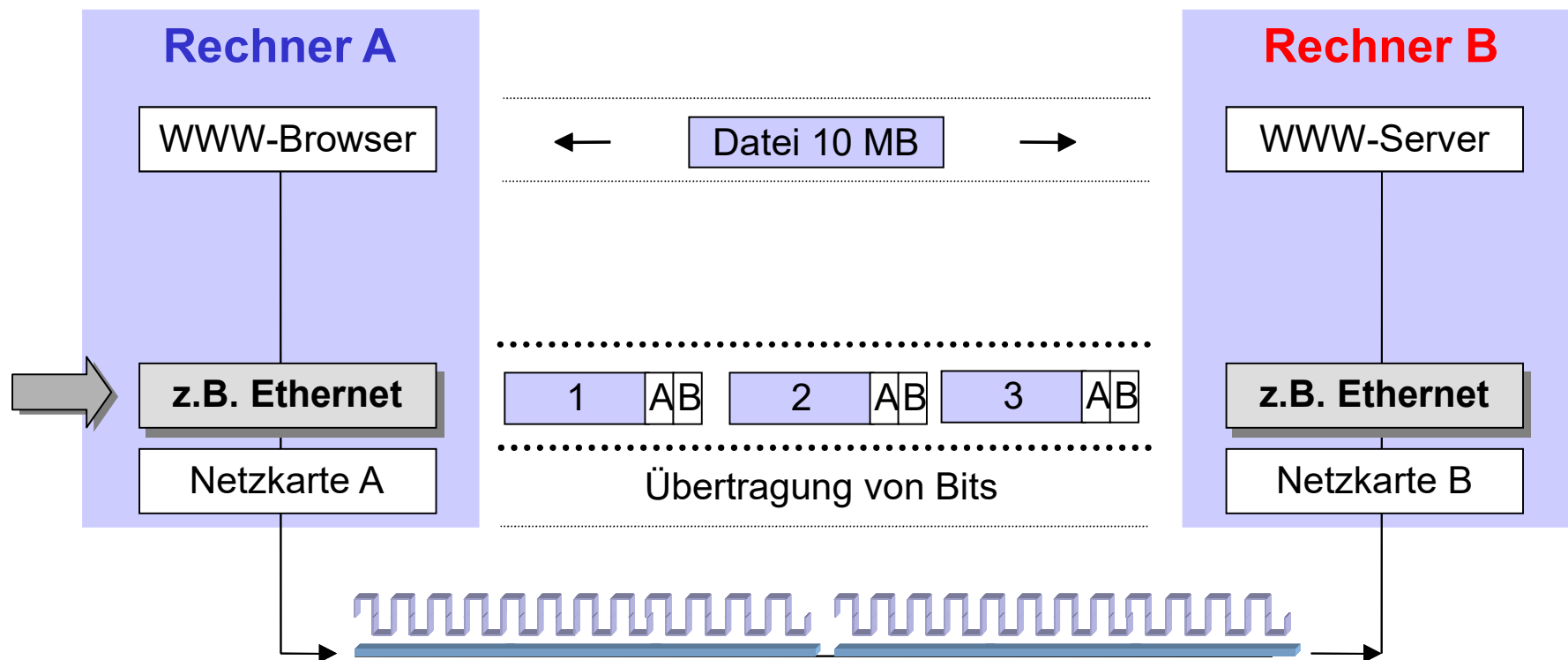
- 1. Die Bitübertragungsschicht



1.1 Datenübertragung im Internet: Sicherung

- *Fragestellung*

- *Wie funktioniert die Datenübertragung über viele, heterogene Netze hinweg?*



1.1 Datenübertragung im Internet: Sicherung

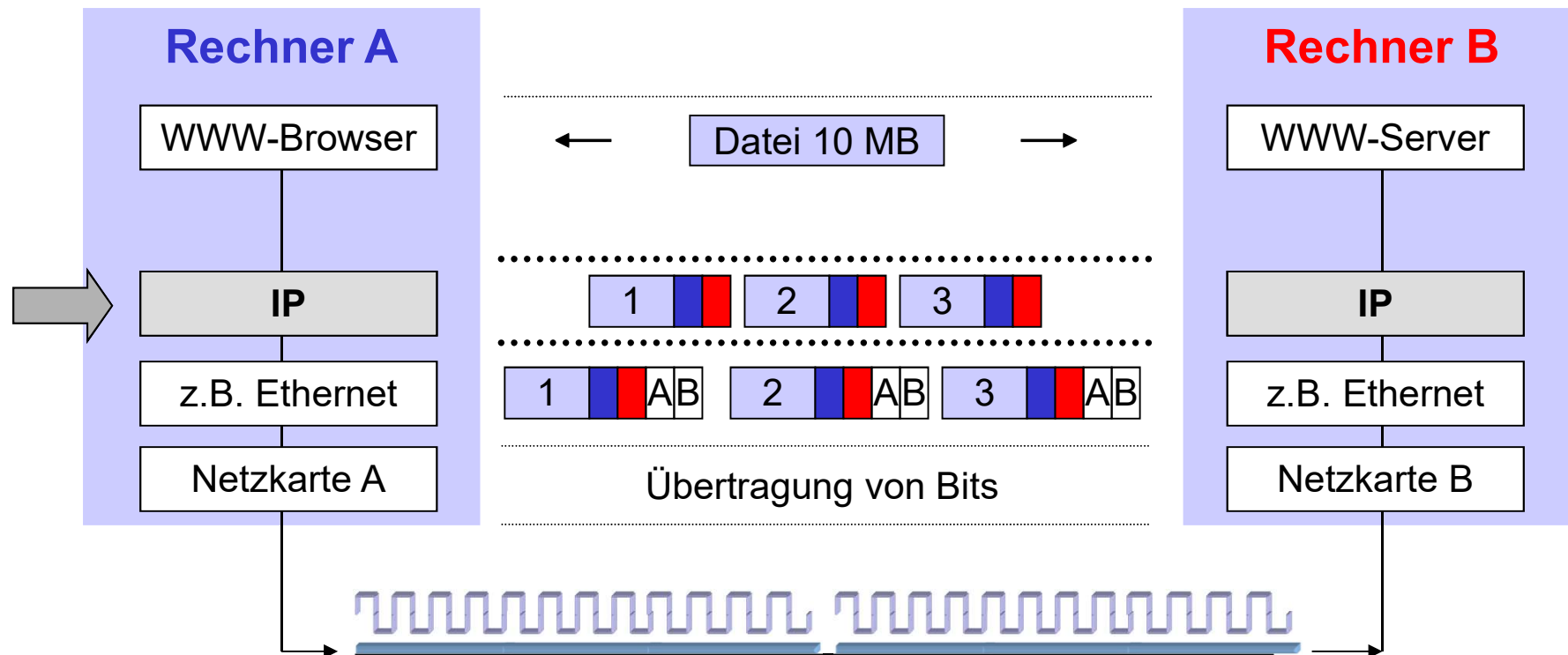
- 2. Die Sicherungsschicht



1.1 Datenübertragung im Internet: Vermittlung

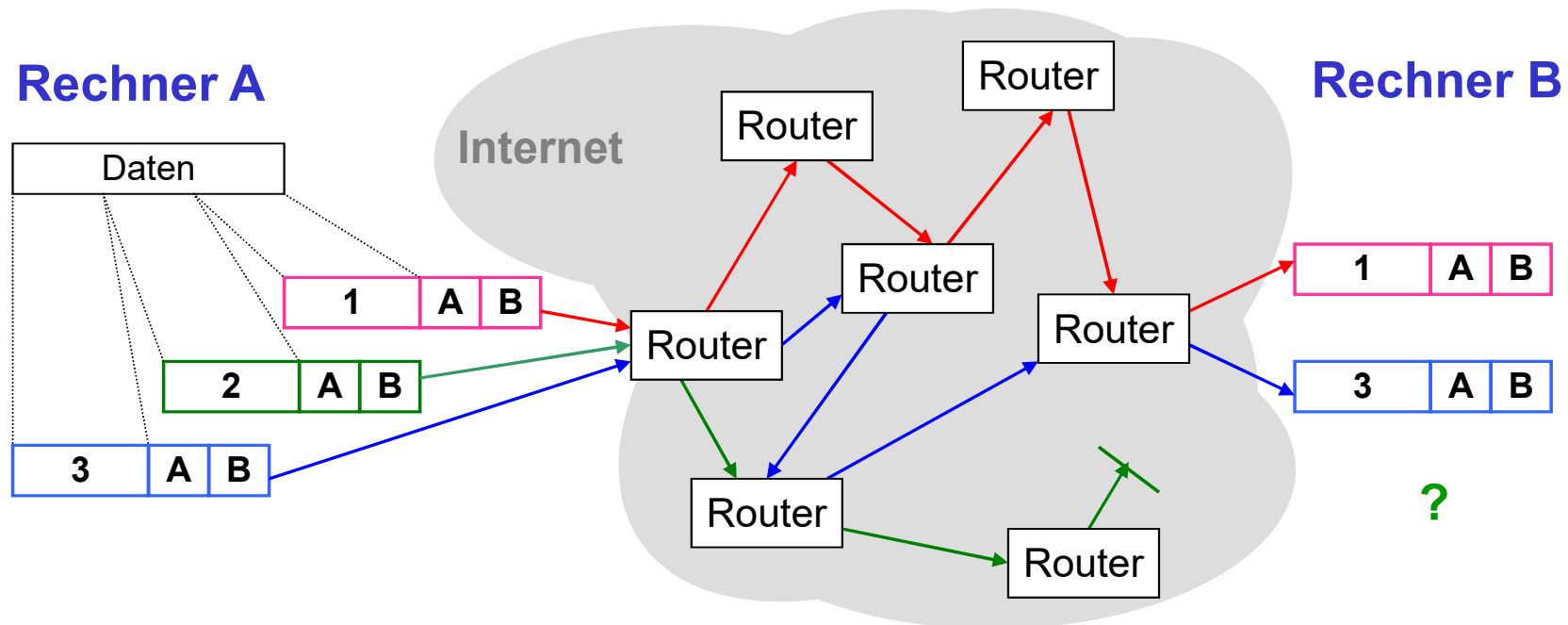
- *Fragestellung*

- *Wie funktioniert die Datenübertragung über viele, heterogene Netze hinweg?*



1.1 Datenübertragung im Internet: Vermittlung

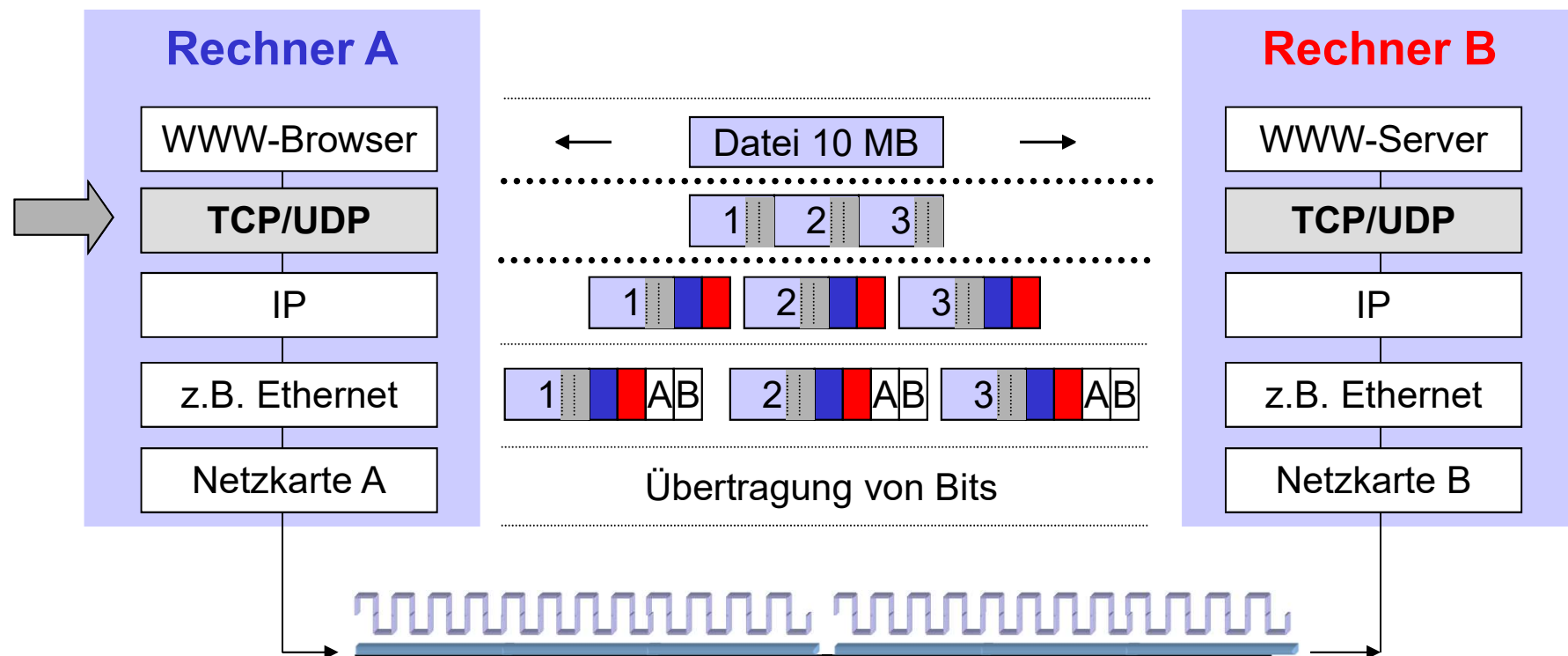
- 3. Die Vermittlungsschicht: Das Internet-Protocol (IP)
 - **IP ist optimiert für Datenübertragung über heterogene, nicht zuverlässige Netzwerke:**
 - Übertragung erfolgt in Form unabhängiger Pakete
 - Einheitliches, übergreifendes Adressschema
 - Keine Mechanismen zur Fehlerbehebung



1.1 Datenübertragung im Internet: Transport

- *Fragestellung*

- *Wie funktioniert die Datenübertragung über viele, heterogene Netze hinweg?*

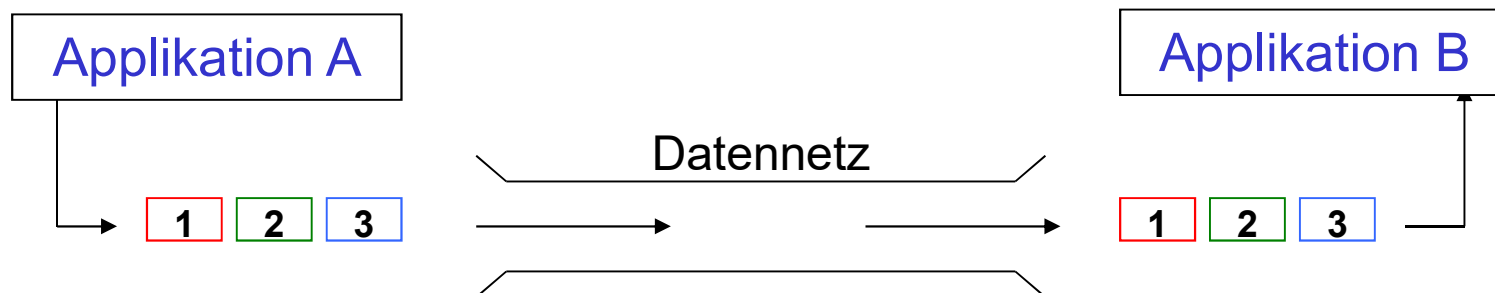


1.1 Datenübertragung im Internet: Transport

- 4. Die Transportschicht: z.B. Transmission Control Protocol (TCP)

- ▶ Ziel

- *Zuverlässigkeit* des Datentransports über unzuverlässigen IP-Datagramm-Dienst garantieren
 - Datagramm-Dienst des IP ist nur ein „best-effort“-Service
- Sicherung der Übertragung zwischen *Anwendungsprozessen*
 - Anzahl und Reihenfolge der Datenpakete soll beim Transport erhalten bleiben



- ▶ TCP liefert diese Funktionalität

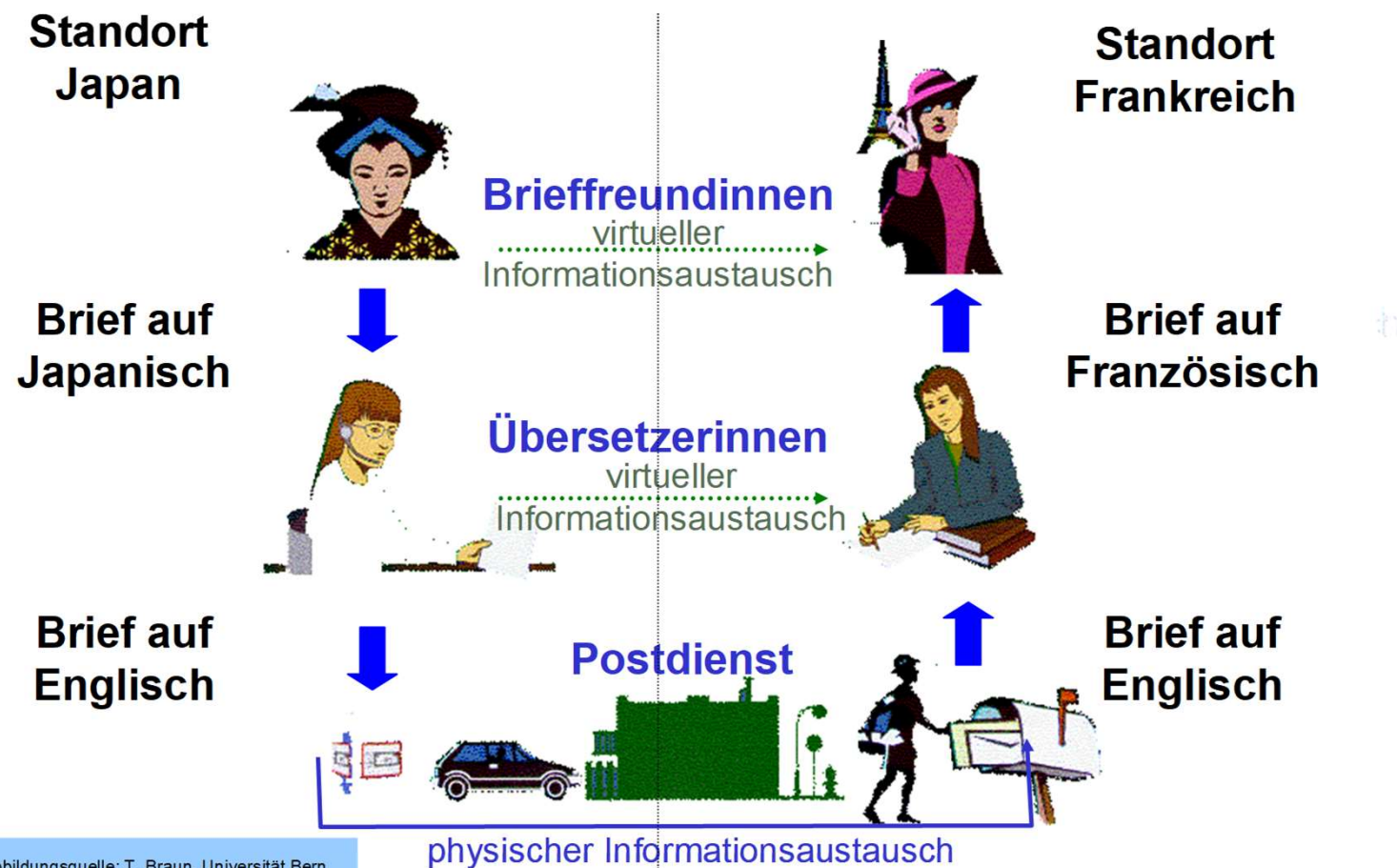
- Die Anwendung übergibt Daten an die TCP-Schicht
- Der korrekte Transport ist Aufgabe von TCP

1.2 Die Architektur von Rechnernetzen

- Hypothetisches Beispiel eines Schichtenmodells*

[Ref 1] Kapitel 1, Seite 69-73

[Ref 2] Kapitel 1, Seite 53-58



1.2 Die Architektur von Rechnernetzen

• Schichtenmodell im Detail

Brieffreundin in Japan: B_J

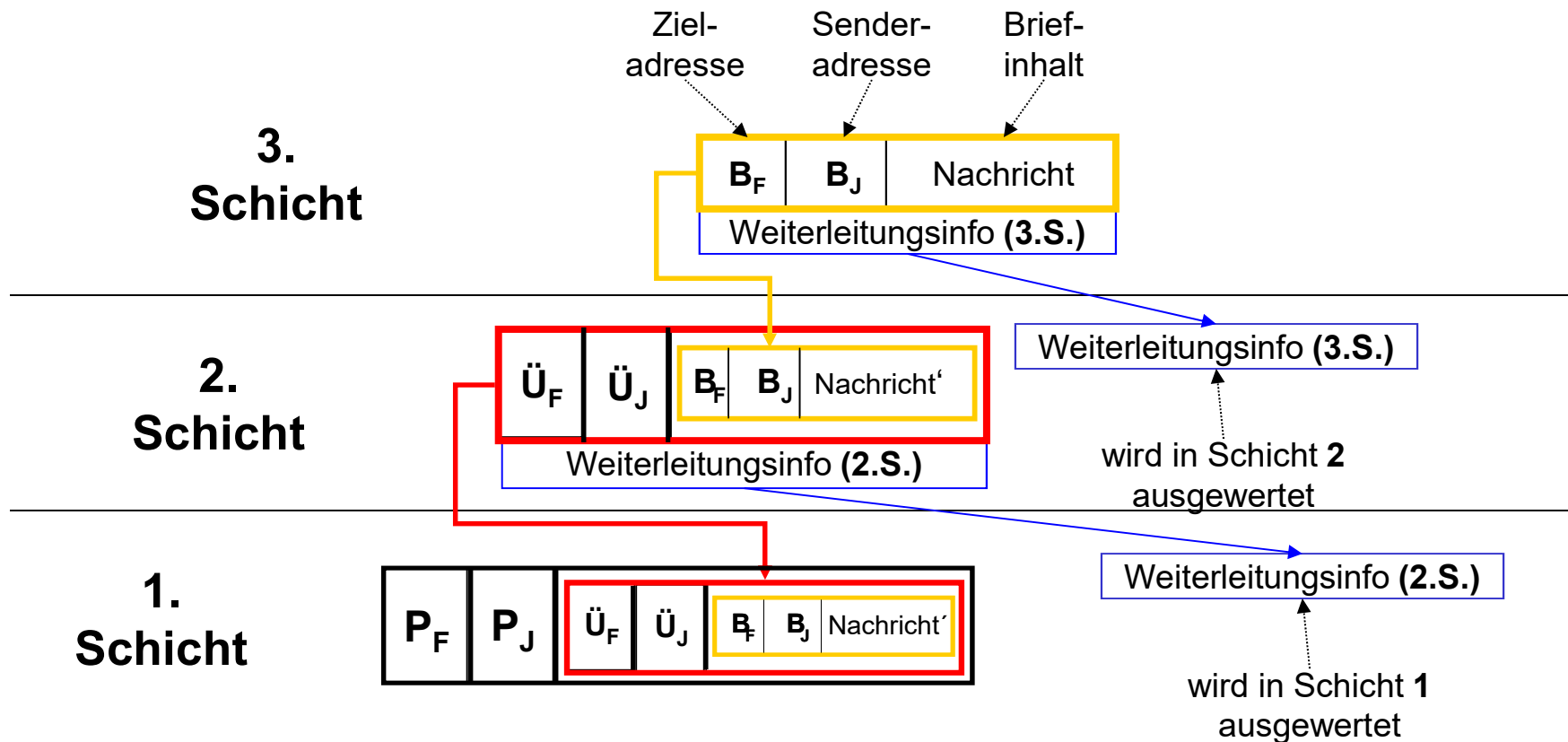
Übersetzerin in Japan: \ddot{U}_J

Postdienst in Japan: P_J

Brieffreundin in Frankreich: B_F

Übersetzerin in Frankreich: \ddot{U}_F

Postdienst in Frankreich: P_F

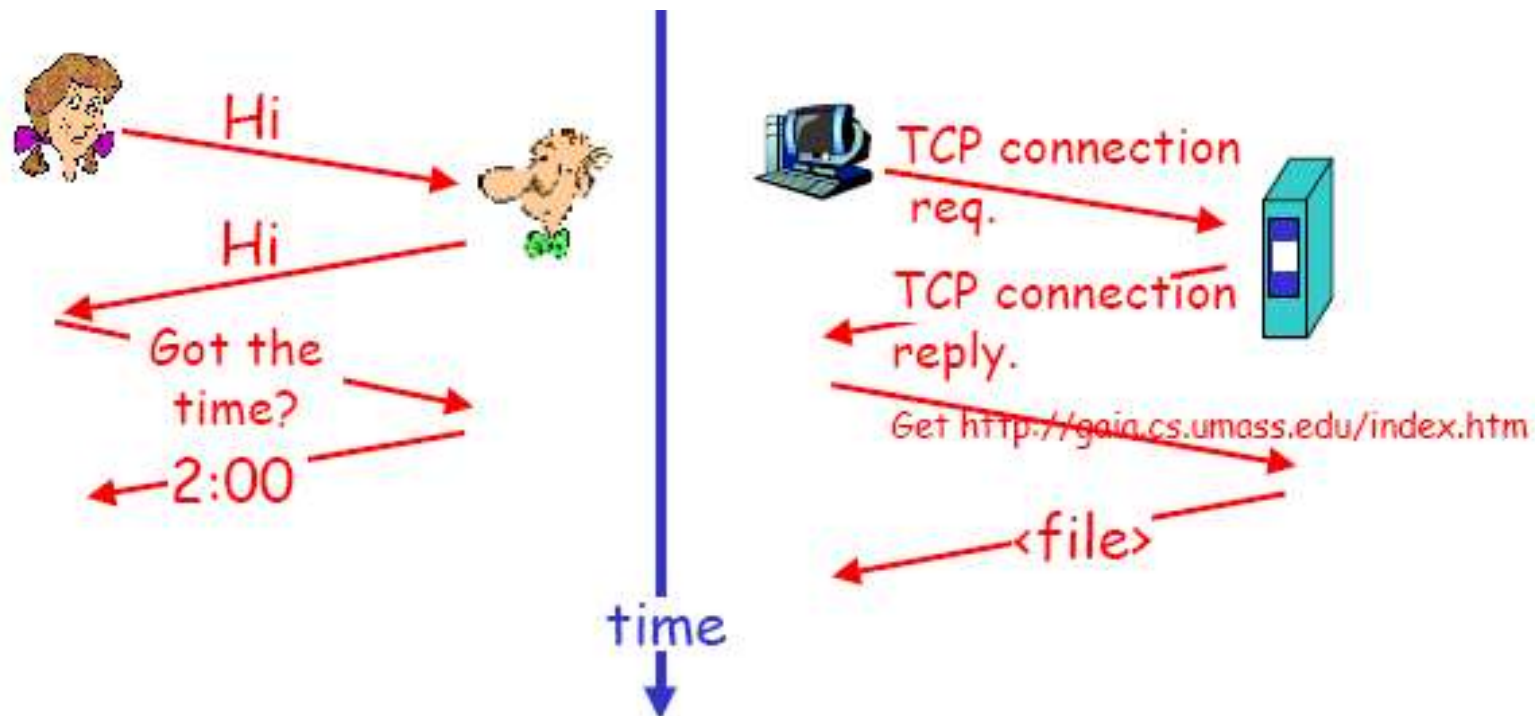


1.2 Die Architektur von Rechnernetzen

- *Wichtige Erkenntnisse aus dem praktischen Beispiel*
 - *Eine mehrschichtige, hierarchische Architektur ermöglicht es, Teile des Gesamtsystems entkoppelt zu betrachten*
 - *Jede Schicht nutzt die Dienste der untergeordneten Schicht ohne deren Implementierung zu kennen*
 - *Zwischen den Schichten eines Standorts*
 - *gibt es definierte Schnittstellen zur Weiterleitung von Daten und Kontrollinformationen*
 - *wird die Nachricht mit immer weiteren Schicht spezifischen Steuer- und Kontroll-Informationen ausgestattet (Anweisungen an Übersetzer, postalische Zieladresse)*
 - *Innerhalb einer Schicht*
 - *besteht mit Ausnahme der untersten Schicht nur ein virtueller Informationsaustausch*
 - *wird über sogenannte Kommunikationsprotokolle kommuniziert*

1.2 Die Architektur von Rechnernetzen

- *Kommunikationsprotokolle*
 - *Ein menschliches und ein Netzwerk-Kommunikationsprotokoll*



1.2 Die Architektur von Rechnernetzen

- *Ein Kommunikationsprotokoll beinhaltet die Festlegung von*
 - **Protokoll-Syntax: Wie wird kommuniziert...**
 - *Datenformate und Codierungen:
z.B. wie werden alphanumerische Zeichen binär codiert (z.B. ASCII).*
 - **Protokoll-Semantik: Was wird kommuniziert...**
 - *Steuer- und Kontrollinformationen:
welche Steuersequenzen (Einzelaktionen) gibt es;
wie wird auf den Empfang von Steuersequenzen reagiert;
wie werden Fehlerzustände signalisiert;
wie werden sonstige Ereignisse signalisiert.*
 - **Protokoll-Timing: Ablauf der Kommunikation...**
 - *Zeitliche Reihenfolge der Einzelereignisse;
Flusskontrolle, d.h. Anpassung von Sende- und
Empfangsgeschwindigkeit;
Priorisierung, d.h. bevorzugte Übertragung bestimmter Informationen.*

1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- *ISO/OSI-Referenzmodell*

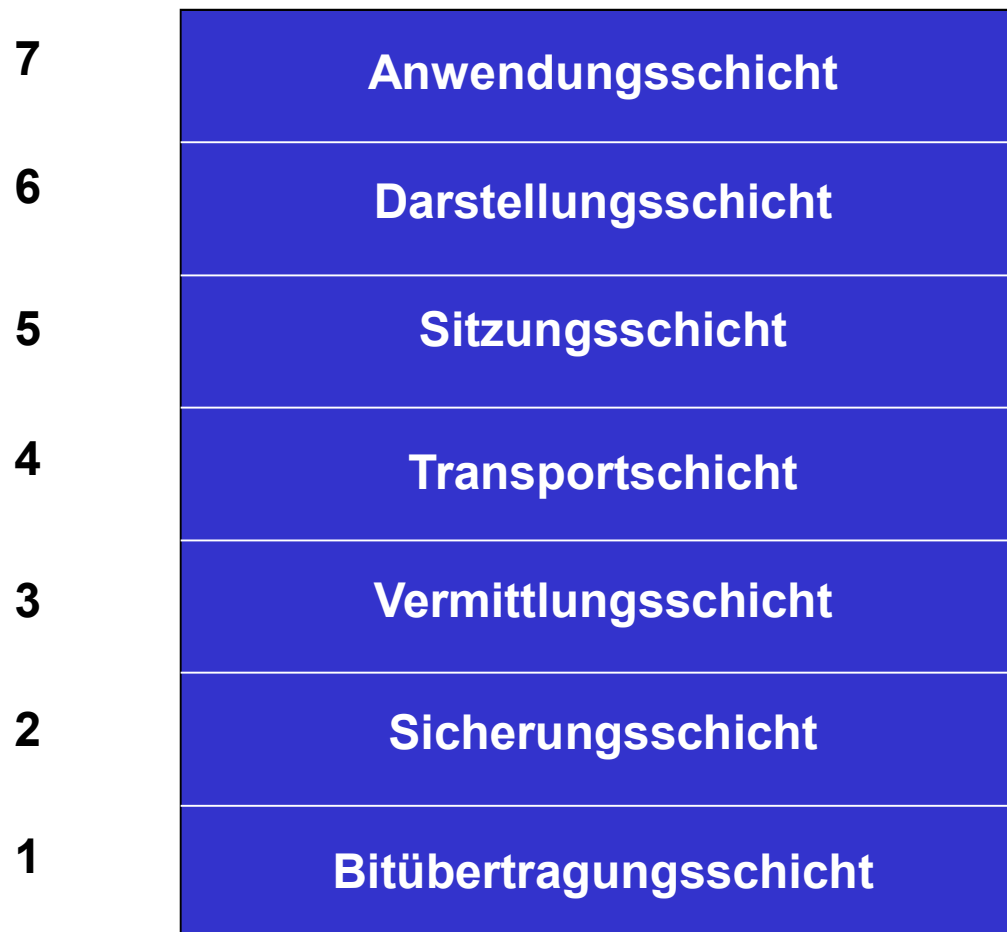
[Ref1] Kapitel 1, Seite 72-78

[Ref 2] Kapitel 1, Seite 66-70

- *Es wurden 7 **Schichten** definiert*
- *Jede **Schicht** definiert **Funktionen**, die als **Dienste** der nächst höheren Schicht zur Verfügung stehen*
- *Es werden jedoch **keine Implementierungsvorgaben** gemacht*
- *Die **höhere Schicht** nutzt die **Funktionen** der darunter liegenden Schicht über definierte Schnittstellen, ohne zu wissen, wie die untere Schicht aufgebaut ist*
- **Prinzip: „Information Hiding“**
- **Grobstruktur:**
 - **Schicht 1-3: Netz orientiert**, es werden reine Transportfunktionalitäten beschrieben, Inhalt der zu transportierenden Nachrichten ist irrelevant
 - **Schicht 5-7: Anwendungs orientiert**, Festlegung des Datenaustauschs zwischen Anwendungen und des verwendeten Datenformats
 - **Schicht 4** soll bewirken, dass die Anwendungs orientierten Schichten von spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Netztechnologie unabhängig bleiben

1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- *Das ISO/OSI-Referenzmodell*



1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- *Funktionen der Schichten*

1. **Bitübertragungsschicht**

ermöglicht die Übertragung unstrukturierter Bitströme; legt z.B. die physikalische Darstellung von Bits fest.

H/W; Normung von Kabeln u. Stecker,
aber auch Bit-Repräsentation

2. **Sicherungsschicht**

dient insbesondere zur Entdeckung von Übertragungsfehlern und deren Korrektur; wirkt zwischen direkt verbundenen Rechnern.

Ethernet ist ein Protokoll dieser Schicht

3. **Vermittlungsschicht**

ermöglicht die transparente Übertragung der Daten im Netzwerk; verknüpft Teilstreckenverbindungen; Bereitstellung eines einheitlichen Adressierungsschemas und eines Wegewahl-Mechanismus (Routing).

IP kann als Protokoll dieser Schicht
betrachtet werden

4. **Transportschicht**

Sicherung der Übertragung zwischen zwei Anwendungen auf versch. Rechnern (hinsichtlich dem Verlust / der Reihenfolge von Paketen); Bereitstellung von Fluß- und Überlastkontrolle.

TCP kann als Protokoll dieser Schicht
betrachtet werden

z.B. zwischen Web-Client A und Web-Server B; dazwischen können weitere Netzwerke liegen!

1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- *Funktionen der Schichten ...*

5. **Sitzungsschicht**

Wer darf wann welche Aktion durchführen, Dialog-Steuerung, Synchronisation bei Systemabstürzen, Realisierung einer Sitzung

sorgt für die Synchronisation und den geregelten Dialogablauf zwischen zwei Anwendungsprozessen, z.B. Login-Vorgang.

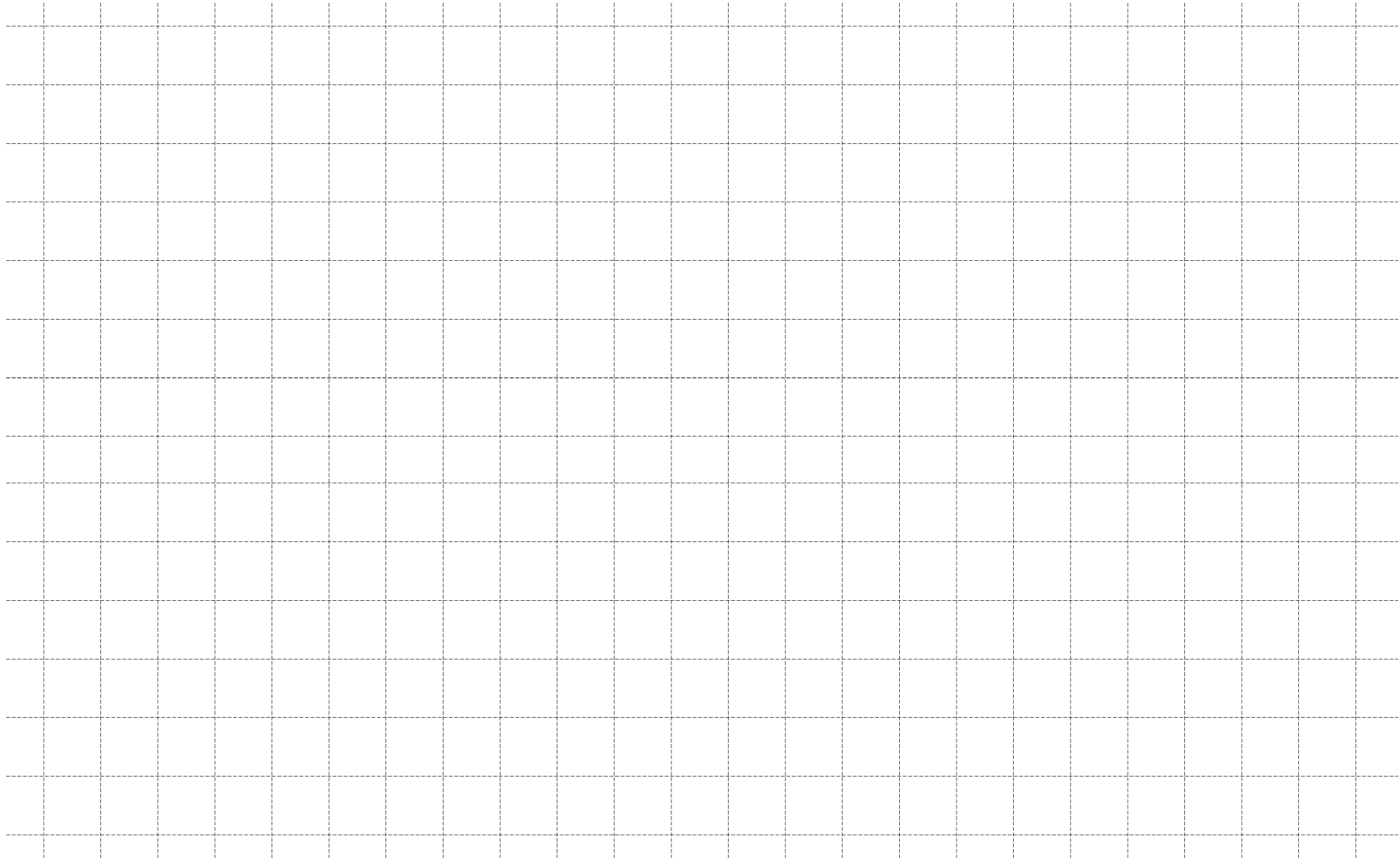
6. **Darstellungsschicht**

leistet für die Senderseite die Umsetzung unterschiedlicher Darstellungen der Informationen (z.B. unterschiedliche Zeichencodierungen wie ASCII und EBCDIC) auf einheitliches Format. Komprimierungs- und Verschlüsselungsmechanismen können implementiert sein.

7. **Anwendungsschicht**

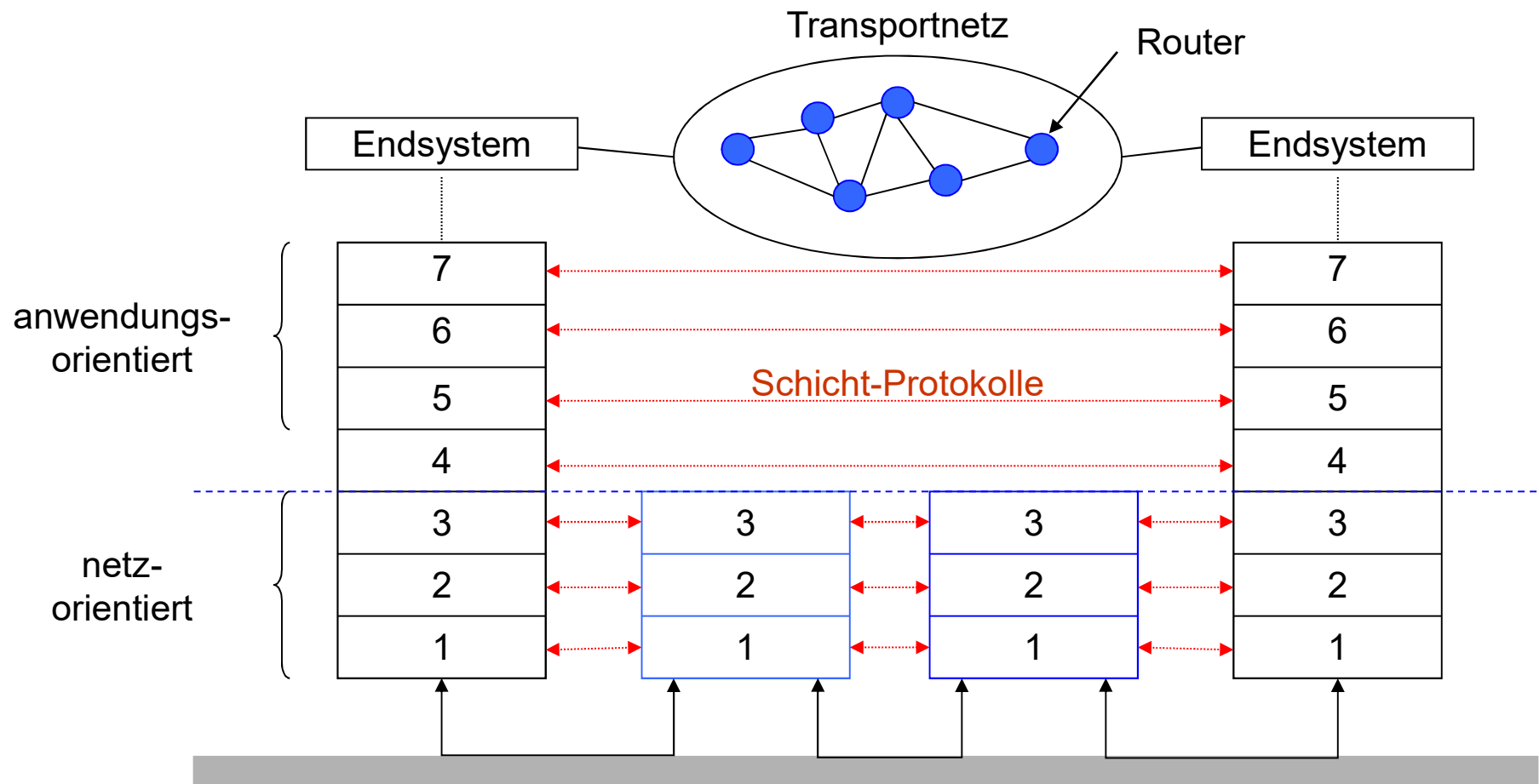
ist die einzige Zugriffsmöglichkeit der Anwendungsprozesse zur Datenübertragung. E-Mail, FTP, WWW, Telnet, DNS.....

1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell



1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- ISO-Modell mit Zwischenknoten*



1.3 ISO/OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- Das TCP/IP-Referenzmodell

[Ref 2] Kapitel 1, Seite 70-73

