

Datenkommunikation und Sicherheit

Kapitel 1: Einführung

Klaus Wehrle

Communication and Distributed Systems

Chair of Computer Science 4

RWTH Aachen University

<http://www.comsys.rwth-aachen.de>



I-1

- **Einführung und Begriffe**
 - ▶ Was ist Datenkommunikation?
 - ▶ Information, Daten, Signale
 - ▶ Netze
- **Allgemeine Grundlagen**
 - ▶ Dienste
 - ▶ Protokolle und Schichten
 - ▶ Kommunikationsarchitekturen

- **Datenkommunikation:**

- ▶ Verarbeitung und Transport von digitalen Daten zwischen Computern und/oder anderen Geräten (i.a. über größere Entfernungen)
- ▶ Oder: Datenkommunikation ist der Oberbegriff für jeden Datenaustausch über *immaterielle Träger* und *größere Entfernungen* zwischen Menschen und/oder Maschinen
 - Immaterielle Träger:
 - Energieflüsse, meist elektrische Ströme, elektromagnetische Wellen
 - Gegensatz: materieller Datentransport (z.B. Brief, CD-Versand)

Als Datenkommunikation bezeichnet man generell alle Methoden, die Nutzdaten von einer Quelle (Sender) hin zu einer Senke (Empfänger) übermitteln. Gemeinsam haben all diese Methoden, dass technisch gesehen der Sender zur Übermittlung der Daten eine physikalische Größe (z.B. elektrische Spannung) zeitlich variiert, und dass der Empfänger diese Variationen misst.

Datenaustausch zwischen Geräten kann auch z.B. über CDs oder USB-Stick erfolgen, aber dies ist keine Datenkommunikation mehr.

- **Daten (universell)**

- ▶ *Darstellung von Sachverhalten (Fakten), Konzepten, Vorstellungen und Anweisungen in formalisierter Weise, die für die Kommunikation, Interpretation und die Verarbeitung durch Menschen und/oder technische Mittel geeignet ist*

- ▶ Allgemeine Beispiele für Datendarstellungen:

- Gesprochene Sprache
- Zeichen-/Gebärden-Sprache
- Geschriebene Sprache

Gegenstände des Denkens:
Fakten, Konzepte,
Vorstellungen, Modelle usw.



Konventionen zur
Darstellung von
Denkinhalten

Daten als formalisierte
Darstellung von Denkinhalten

*Modell zur Erzeugung von Daten
durch den Menschen*

Was sind „Daten“ in der Datenkommunikation?

Ausgangspunkt bei der Datenkommunikation sind die unterschiedlichsten Gegenstände unseres Denkens. Dazu zählen Fakten, Konzepte, Vorstellungen und Modelle.

Bevor diese Gegenstände in irgendeiner Form übertragen werden können, müssen sie in einem ersten Schritt in eine formalisierte Darstellung transformiert werden, in die sogenannten *Daten*. Unter dem Begriff „Daten“ versteht man also die Darstellung von Sachverhalten (Fakten), Konzepten, Vorstellungen und Anweisungen in formalisierter Weise, die für die Kommunikation, Interpretation und die Verarbeitung durch Menschen und/oder technische Mittel geeignet ist. Beispiele für Daten sind z.B. Sätze in gesprochener Sprache, geschriebener Sprache, aber auch in Zeichen- und Gebärdensprache.

- **Information:**

- ▶ *Bedeutung*, die ein Mensch (bzw. bestimmte Anwendungen) den Daten aufgrund von Vereinbarungen (Konventionen), die ihnen zugrundeliegenden, zuordnen kann
 - ▶ Informationsbegriff bezieht sich damit vorwiegend auf den Menschen
 - Enge Definition des Informationsbegriffs in der Vorlesung (verglichen mit der Alltagssprache)
- Verwendung des Begriffs „Information“ bei präziser Ausdrucksweise in der Datenkommunikation möglichst vermeiden

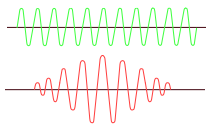
Es ist Aufgabe des Menschen, Daten so zu interpretieren, dass daraus die übertragene *Information* gewonnen wird. An dieser Stelle wird somit die Unterscheidung zwischen Syntax und Semantik sichtbar: Zur Darstellung der Daten genügt eine Syntax, d.h. Regeln, wie gewisse Sachverhalte darzustellen sind, während die Semantik, also die Bedeutung dieser dargestellten Sachverhalte, erst durch die Interpretation durch den Menschen zustande kommt.

Der Begriff *Signal*

- **Signal**

- ▶ *Physikalische Darstellung (Repräsentation) von Daten durch charakteristische räumliche und/oder zeitliche Veränderungen der Werte physikalischer Größen*

- ▶ Reale physikalische Repräsentation abstrakter Darstellungen (der Daten)



Gegenstände unseres Denkens

Konventionen zur Darstellung von Denkinhalten

Abstrakte Welt: Daten als formalisierte Darstellung

Konventionen zur Darstellung von Daten

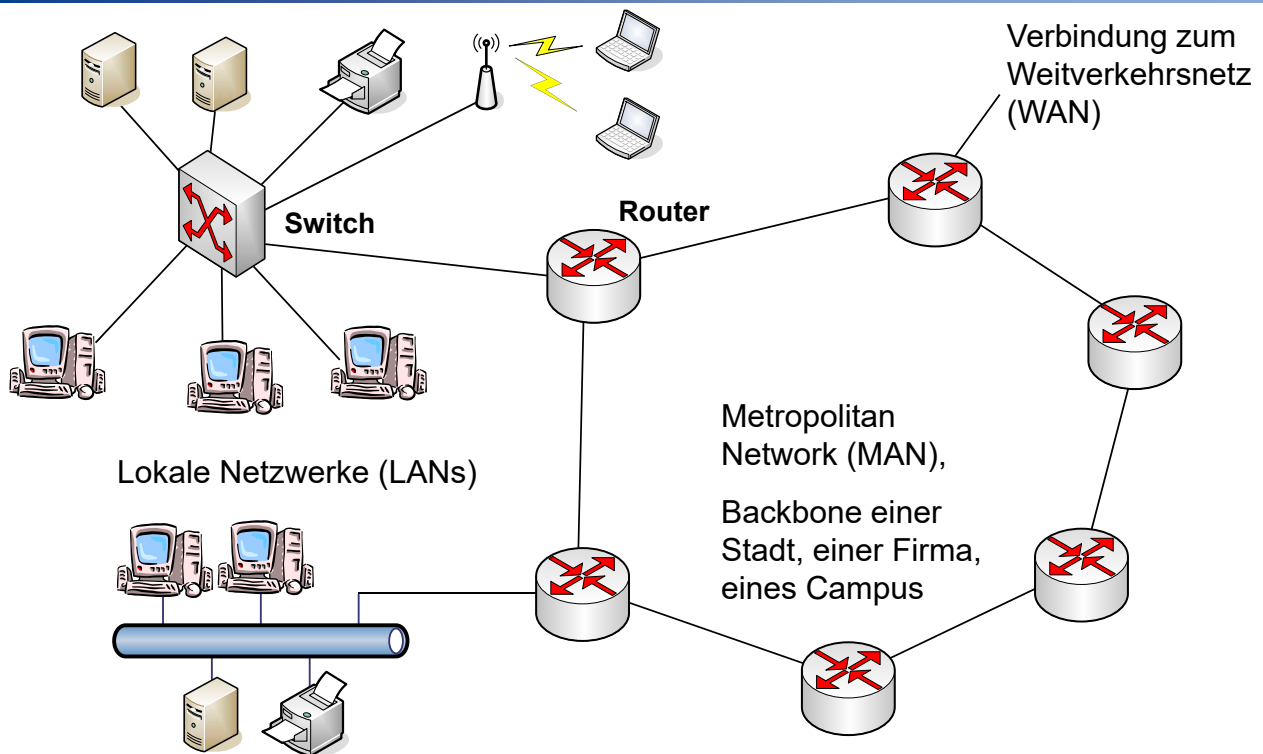
Physikalische Welt: Signale als reale Darstellung von Daten

Wichtig im Kontext der Vorlesung ist hingegen der Begriff „Signal“. Während Daten lediglich eine abstrakte Darstellung einer für den Menschen (meist) wesentlichen Information darstellen, ist es für die Datenkommunikation nötig, Daten über einen physikalischen Kanal zu transportieren (Kabel, Glasfaser, Funk, ...). Die Daten müssen dazu in eine physikalische Form gebracht werden, die einen Transport über den zu verwendenden Kanal erlauben. Am Beispiel Kupferkabel: Daten können in Form von Strompulsen über das Kupferkabel transportiert werden. Durch Veränderung z.B. der Stärke des Stroms können unterschiedliche Daten (0 oder 1) repräsentiert werden.

Oft erfolgt eine Verwechslung (oder unsaubere Trennung) der Begriffe „Daten“ und „Signal“, da Daten nur in objektivierter, physikalisch dargestellter Form, d.h. als Signale, erfassbar, speicherfähig, übertragbar und verarbeitbar sind. Jede konkrete Datendarstellung ist somit mit einer spezifischen Signalrepräsentation verbunden, weswegen die konzeptionelle Unterscheidung oft nicht unmittelbar sichtbar ist. Beispiele wären:

- Laute einer Sprache (Daten) beim Sprechen als akustische Schwingungen (Signale)
- Druckbuchstaben auf Papier als optische Signale abstrakter Schriftzeichen (Daten)
- Darstellung von Sprachlauten (Daten) durch elektrische Sprechströme (Signale)

Grundlage: vernetztes System



Grundlage für die Datenkommunikation ist ein vernetztes System, das sich im wesentlichen aus Endsystemen und Vermittlungseinrichtungen (Router, Switch) zusammensetzt. Endsysteme bieten dabei sowohl Personen den interaktiven Zugang zur Datenkommunikation als auch technischen Einrichtungen wie beispielsweise Datenbanken oder Fernüberwachungssystemen.

Bezüglich der Vernetzung von Endsystemen und Vermittlungseinrichtungen gibt es keine Einschränkungen – Verbindungen können über Kabel, Satelliten oder andere Techniken hergestellt werden.

Klassifikation anhand der Ausdehnung

1 m		}	Personal Area Network (PAN)
10 m	Room		
100 m	Building	}	Local Area Network (LAN)
1 km	Campus		
10 km	Town	}	Metropolitan Area Network (MAN)
100 km	Country		
1000 km	Continent	}	Wide Area Network (WAN)
10000 km	Planet		
			Global Area Network (GAN)

- ▶ Das Internet ist heute und in absehbarer Zukunft das größte und bedeutendste weltweite Kommunikationssystem – neben Mobilfunk

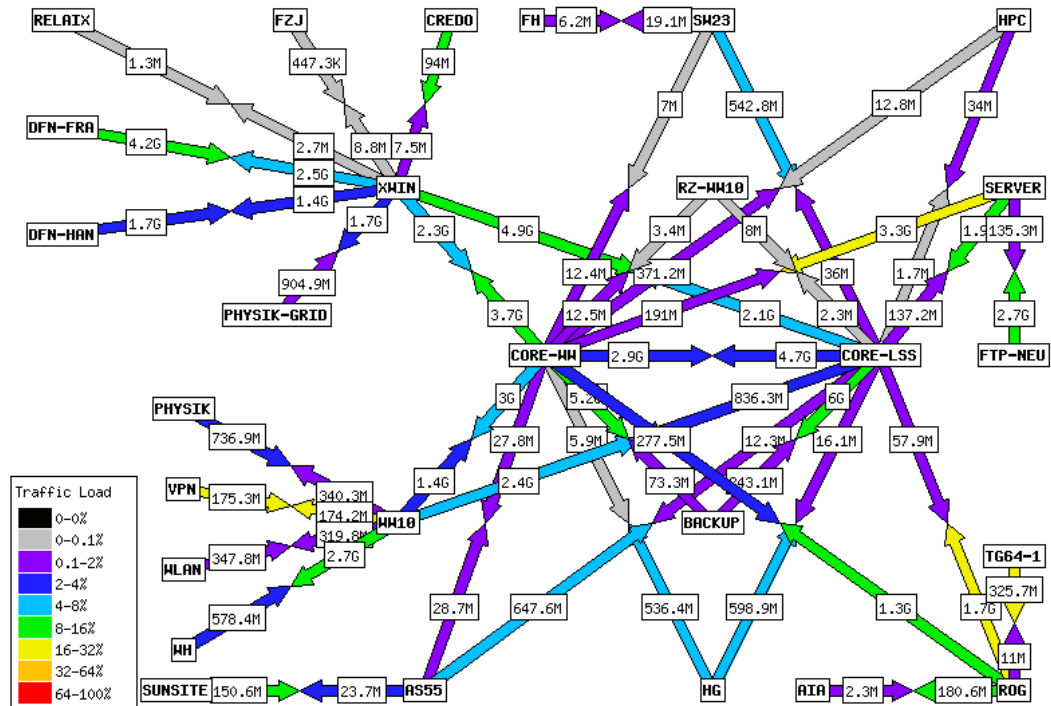
Das bekannteste Netz weltweit ist das Internet. Das Internet selbst ist allerdings kein eigenständiges Netz, sondern beschreibt die Kopplung der unterschiedlichsten Netztypen zu einem weltweiten Kommunikationsverbund. Eine erste Einteilung dieser verschiedenartigen Netze lässt sich dabei anhand ihrer Ausdehnung vornehmen:

- PAN (*Personal Area Network*): Netz wenige Meter um den Benutzer herum. Beispiel Bluetooth – Kopplung eines drahtlosen Headset mit dem Handy.
- LAN (*Local Area Network*) : lokales Netz einer Organisation, welches schnellen Datenaustausch innerhalb der Organisation und gemeinsame Nutzung von Ressourcen (Drucker, Dateiserver, ...) erlaubt. Beispiel: WLAN in der eigenen Wohnung.
- MAN (*Metropolitane Area Network*): Stadtnetz, welches die lokalen Netze innerhalb eines geographischen Bereichs koppeln soll. Beispiel: RWTH-Backbone zur Kopplung aller lokalen Netze der Institute/Lehrstühle der Uni.
- WAN (*Wide Area Network*): Weitverkehrsnetz zur Kopplung lokaler und/oder Stadtnetze innerhalb eines ganzen Landes oder gar Kontinents. Beispiel: X-WIN des DFN (deutsches Forschungsnetz) zur Kopplung aller Universitäten und Forschungseinrichtungen.
- GAN (*Global Area Network*): Kopplung aller WANs weltweit zur Schaffung einer Infrastruktur, über die jeder mit jedem Daten austauschen kann. Beispiel: Internet.

Wir werden später sehen, dass die Flexibilität, praktisch beliebige Netze und damit verknüpfte Übertragungstechniken in einem Netz, dem Internet, zusammenzufassen, dadurch erreicht wird, dass die Kopplung dieser Netze auf einer Protokollebene erfolgt, die oberhalb der Festlegungen von Übertragungsspezifika liegt.

RWTH Weather Map

Created: Apr 06 2017 21:55:02



X-WiN-Topologie: Glasfasern

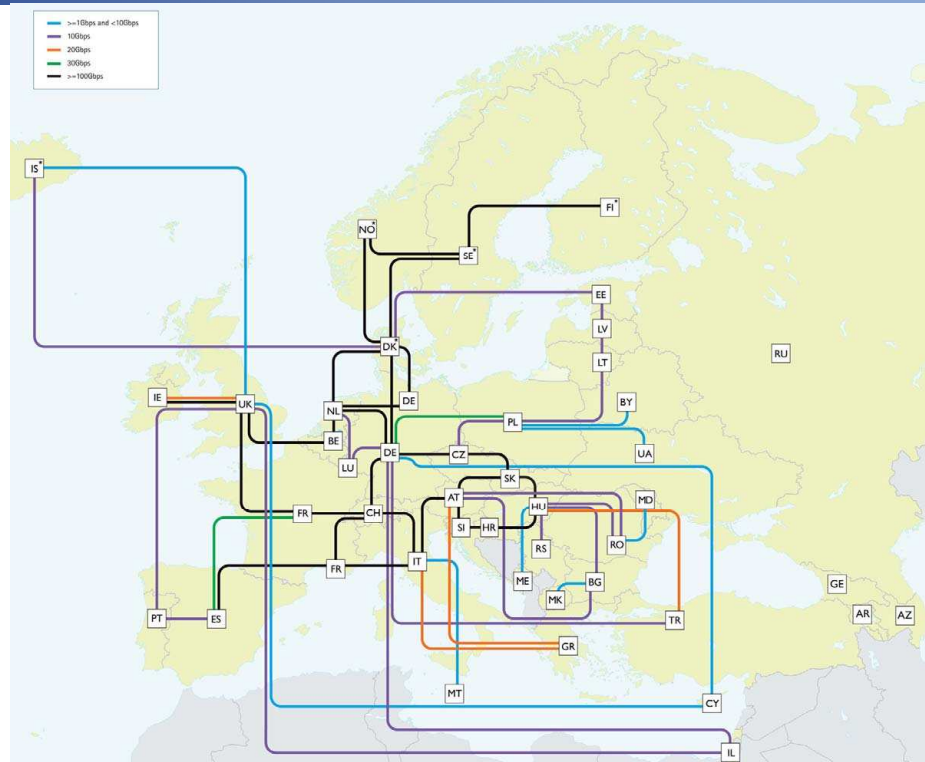
— Glasfaser
● Kernnetzknnoten



Netzwerke (Beispiel Géant)

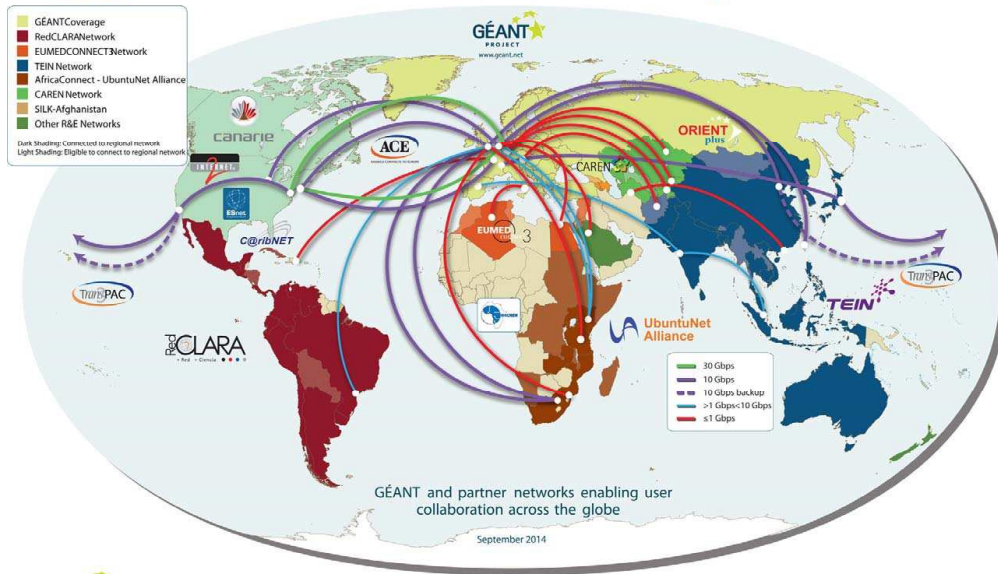
Zentraler Knoten
Frankfurt –
Verbindung zum
Europäischen
Forschungsnetz
Géant.

In Frankfurt und
Hamburg befinden
sich die
interkontinentalen
Verbindungen.





At the Heart of Global Research and Education Networking



connect • communicate • collaborate
GÉANT is co-funded by the European Union within its 7th R&D Framework Programme.



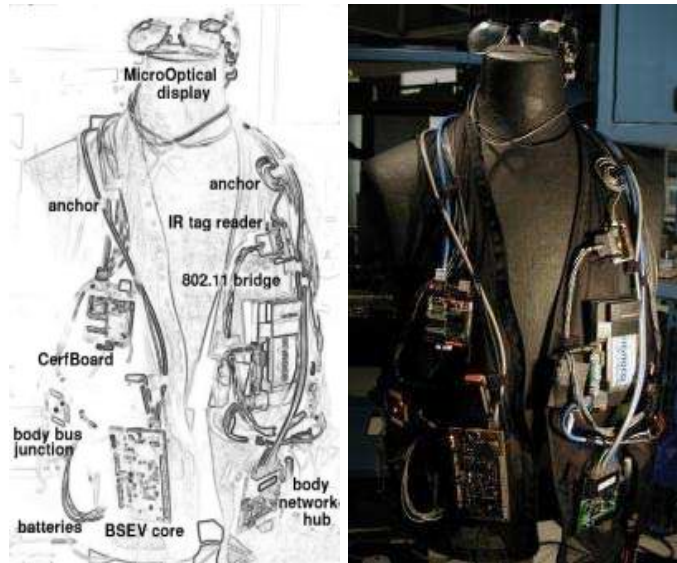
http://www.geant.net/Resources/Media_Library/Pages/Maps.aspx

I-12

... und diese Netze gibt es auch



<http://www.ipnsig.org>



<http://www.media.mit.edu/wearables/>
MIT Media Lab

- **Datenkommunikation**

- ▶ ... setzt die Vernetzung von Geräten voraus (Rechnernetze)
- ▶ ... behandelt die Übertragung von Daten als Signale
- ▶ ... ?

Zur Datenkommunikation ist es nötig, ein vernetztes System vorliegen zu haben. Abhängig von den verwendeten Kommunikationsmedien zur Verbindung der Geräte können die Daten zur Übertragung als konkrete physikalische Signale dargestellt werden.

Bei der Behandlung der Datenkommunikation müssen also Kommunikationsmedien und Signale behandelt werden. Aber: was umfasst die Datenkommunikation noch?

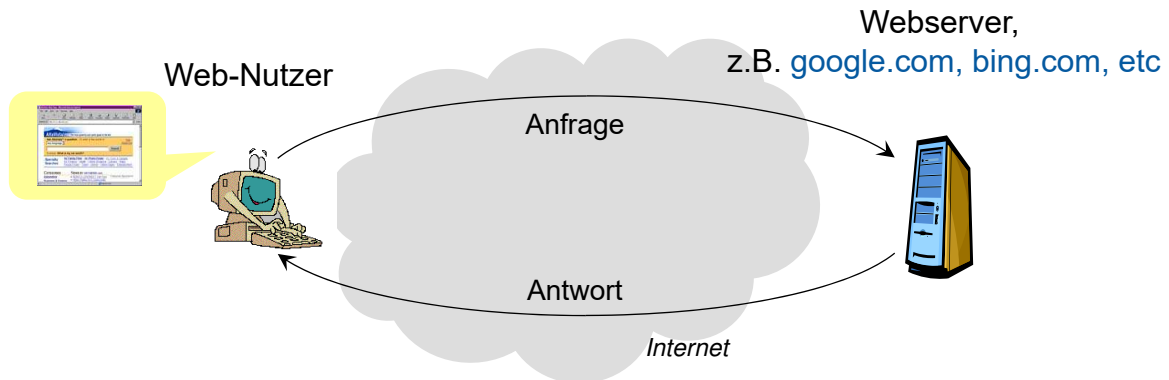
- **Ein Netzwerk ist mehr als nur das verbindende „Kabel“**
 - ▶ Wie werden die Daten als Signal dargestellt?
 - ▶ Welches angeschlossene System darf wann senden?
 - ▶ Wie können Übertragungsfehler erkannt werden?
 - ▶ Wie werden Endpunkte gefunden/adressiert?
 - ▶ Wie können entfernte Systeme in anderen Netzen erreicht werden?
 - ▶ Wie wird Datenstau in einem komplexen Netz vermieden?
 - ▶ Wie können Ressourcen ohne zentrale Kontrolle fair genutzt werden?
 - ▶ Wie werden die Daten bei den End-Systemen übermittelt?
 - ▶ Welche Kodierungsregeln und Semantiken gibt es hierbei?
 - ▶ Wie können Nachrichten sicher versendet werden?
 - ▶ Was bedeutet „sicher“?

Bei genauerer Betrachtung fällt eine Vielzahl von Aufgaben an, die ein Kommunikationssystem erbringen muss. Es ist nicht damit getan, Daten in Signale zu konvertieren, diese zu übertragen und auf Empfängerseite wieder in Daten zurückzuübersetzen. Es ist eine Vielzahl weiterer Aufgaben notwendig, z.B. die Erkennung von Übertragungsfehlern, die das Medium verursachen kann, eine Zugriffsregelung auf das Medium, Entscheidungen über die Wegwahl zur Weiterleitung von Daten über Zwischenknoten hinweg usw.

- **Einführung und Begriffe**
 - ▶ Was ist Datenkommunikation?
 - ▶ Information, Daten, Signale
 - ▶ Netze
- **Allgemeine Grundlagen**
 - ▶ Dienste
 - ▶ Protokolle und Schichten
 - ▶ Kommunikationsarchitekturen

- **Beispiel: Internet**

- ▶ Zugriff auf Daten

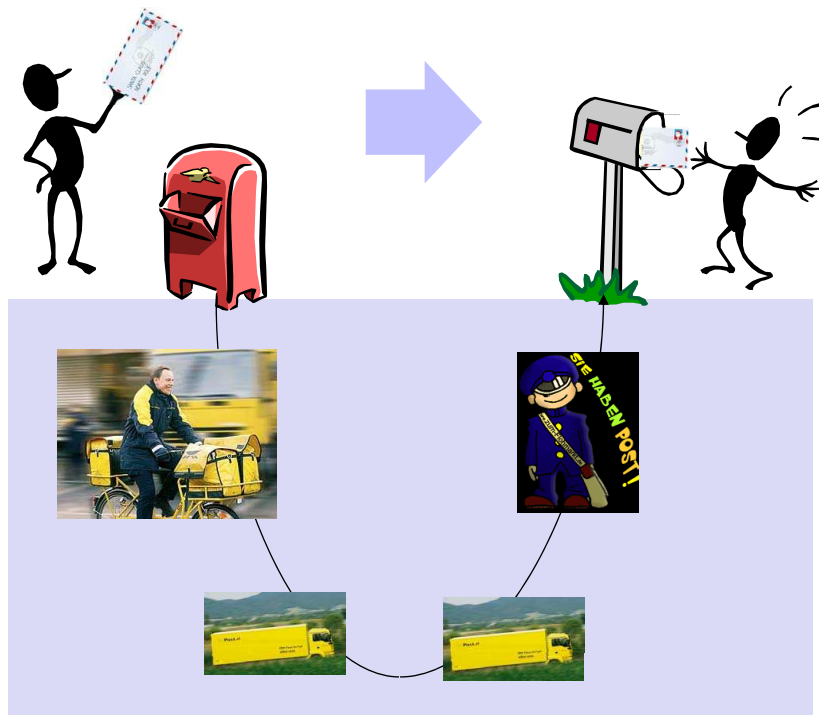


Generell stellen Kommunikationsnetze Dienste zur Verfügung – sie bieten den Dienst an, Daten zu übertragen. Alle, die die Datenübertragung in Anspruch nehmen, sind Dienstinutzer (auch: Dienstnehmer). Ein Beispiel ist der Zugriff auf eine Suchmaschine: der Benutzer (Browser) und der Webserver, der die Suchmaschine hostet, sind Dienstnehmer.

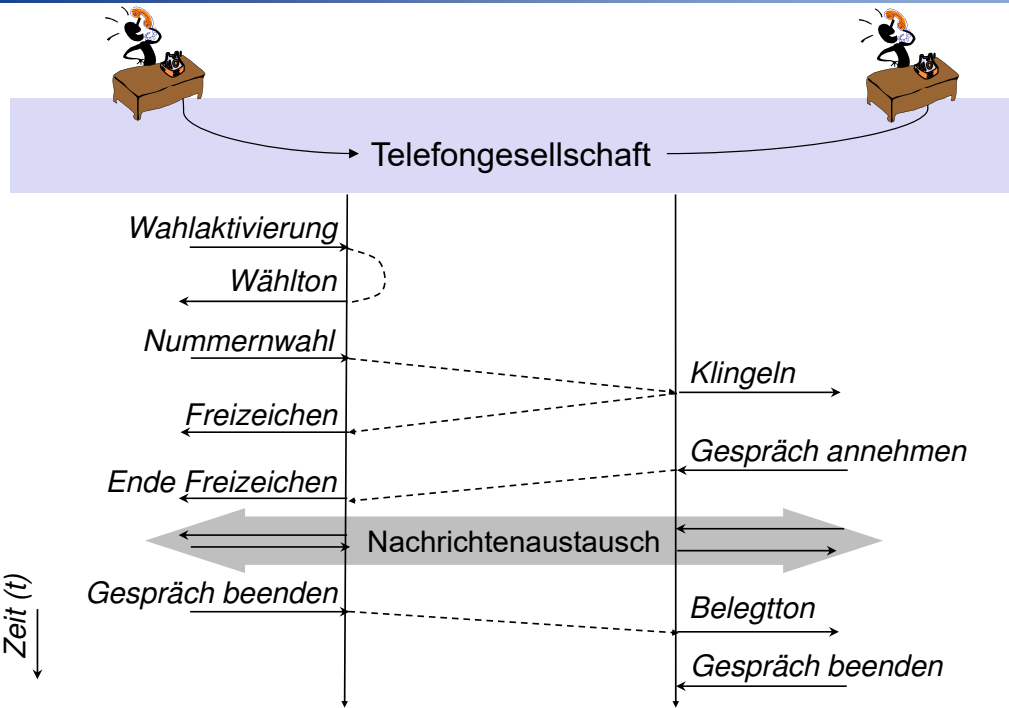
(Bitte nicht durcheinanderbringen: die Suchmaschine selber bietet dem Web-Nutzer zwar auch einen Dienst an – die Suchfunktion –, aber dies ist in unserem Kontext nicht mit dem Begriff „Dienst“ gemeint. Wird im Bereich der Datenkommunikation von „Dienst“ gesprochen, ist stets ein Kommunikationsdienst gemeint, dem gegenüber auch der Webserver nur ein Dienstnehmer ist.)

Die Dienstinutzer „Web-Nutzer“ und „Webserver“ nehmen den Dienst eines Netzes (hier generell: Internet) in Anspruch, der die Anfrage vom Nutzer an den Server sowie die zugehörige Antwort zurück übermittelt. Der Dienst des „Internets“ sorgt dafür, dass Anfrage und Antwort jeweils am richtigen Ziel ankommen.

Beispiel: Postdienst



Beispiel: Telefondienst



- **Welche Ähnlichkeiten weisen diese Kommunikationssysteme auf?**

- ▶ *Kommunikationsdienste* (Dienste eines Kommunikationssystems) zur Übertragung von Informationen in verteilten Umgebungen

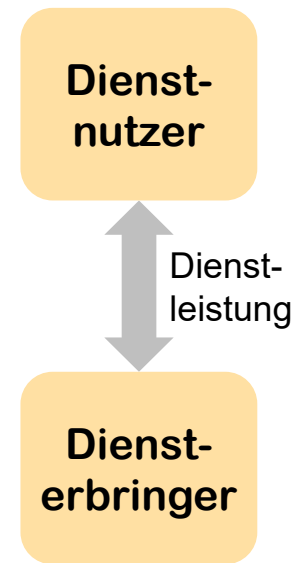
Gemeinsamkeiten sind:

- Es werden Nachrichten ausgetauscht
- Wir haben in jedem Fall ein System dazwischen (= Kommunikationssystem, bezogen auf die Datenkommunikation)
- Das Kommunikationssystem kann aus mehreren, irgendwie strukturierten Komponenten bestehen

Letztendlich kann man sagen: zwei Kommunikationspartner nutzen die *Dienste* eines Kommunikationssystems, um eine Nachricht zu übertragen, wobei das Kommunikationssystem selbst noch weiter strukturiert sein kann.

- **Kommunikationsdienste**

- ▶ Ein *Dienstnutzer* nimmt einen Dienst in Anspruch
- ▶ Der Dienst wird von einem *Diensterbringer* angeboten
- ▶ Ein Dienst wird im Rahmen einer *Dienstleistung* erbracht, die ihrerseits unterschiedliche Eigenschaften (z.B. bestätigt, unbestätigt) aufweist
 - Eine Dienstleistung umfasst die Abwicklung eines Auftrags, welcher im Rahmen des Dienstes spezifiziert ist

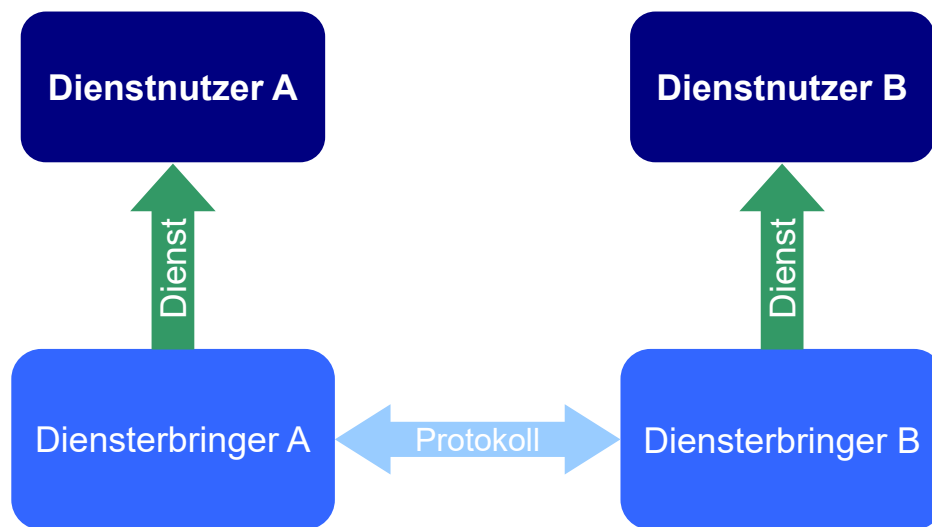


Ein Kommunikationssystem soll eine Reihe allgemein brauchbarer, wohldefinierter und geregelter Funktionen anbieten. Eine derartige Funktionalität fassen wir unter dem Begriff des *Dienstes* zusammen. Allgemein sind Dienste Zusammenstellungen zusammengehöriger Funktionen, die wiederholt in ähnlicher Form benötigt werden und daher durch Instanzen bereitgestellt werden können, die sich auf diese Funktionen spezialisieren.

Die spezialisierte Einrichtung wird *Diensterbringer* (oder *Dienstgeber*) genannt, die die Funktion nutzenden Instanzen die *Dienstnutzer* (oder *Dienstnehmer*). Eine Änderung der Implementierung des Diensterbringers ist möglich, ohne dass der Dienstnutzer es bemerkt.

- **Grundlegendes Modell eines Kommunikationssystems**

- ▶ Basierend auf der Unterscheidung zwischen *Dienst* und *Protokoll*



Ein Dienst regelt zwar, welche Funktionalität ein Kommunikationssystem anbietet, aber die Details der Dienstleistung bleiben dem Dienstnutzer verborgen – er sieht nur festgelegte Schnittstellen zur Dienstnutzung. Allerdings muss auch genau definiert sein, wie der Dienst erbracht wird – auf jedem der beteiligten Rechner läuft lokal eine Dienstinstanz (z.B. als Modul des Betriebssystem-Kernels), die mit den Dienstinstanzen auf anderen Rechnern nach fest definierten Regeln interagieren muss, um global einen einheitlichen Kommunikationsdienst anbieten zu können.

Kommunikationssysteme basieren daher auf

- Funktionalität = *Kommunikationsdienst* [engl. (Communication) Service]
- Realisierung der Funktionalität = Implementierung der Funktionalität als lokal ausführbare Dienstinstanzen
- Regeln zur Erbringung der Funktionalität zwischen zwei räumlich verteilten Instanzen des Kommunikationssystems = *Kommunikationsprotokoll* [engl. (Communication) Protocol]

- **Lösung 1: „Naives“ Konzept**

- ▶ Schreibe ein großes „Kommunikationsprogramm“, welches allen beschriebenen Anforderungen genügt

- Vorteil: Für eine gegebene Anwendung optimal und effizient
- Nachteil: Nicht flexibel! Änderungen erfordern hohen Aufwand

- **Lösung 2: Modularisierung**

- ▶ Schreibe kleinere, für eine Aufgabe spezialisierte Programme, die sich unterschiedlich kombinieren lassen

- Vorteil: Handhabbarkeit der Komplexität, Flexibilität, Wartbarkeit
- Nachteil: Durch vorgegebene Struktur wird es etwas „eingeschränkter“ (ggfs. etwas umständlicher, dadurch nicht so effizient, aber strukturierter)

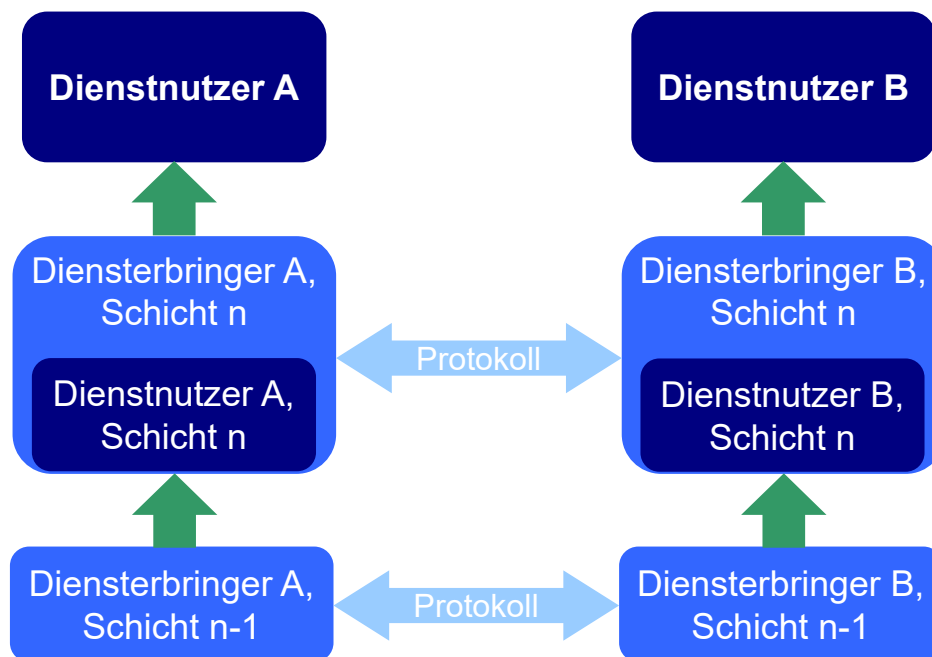
- ▶ Realisiert durch *Schichtenmodelle*

Generell gibt es zwei Möglichkeiten, einen Dienstbringer zu implementieren.

Einerseits kann der Dienstbringer als ein monolithisches Stück Software entwickelt werden, welches alle Aufgaben des Kommunikationsdienstes erbringt. Dies ist zwar effizient umzusetzen, bringt aber den üblichen Nachteil einer monolithischen Software mit sich: mangelnde Flexibilität (da die Funktionalität an einer einzelnen Anwendung ausgerichtet ist) oder Überladung (da alle möglichen Funktionalitäten umgesetzt werden – Kommunikationssysteme sind sehr komplexe Systeme).

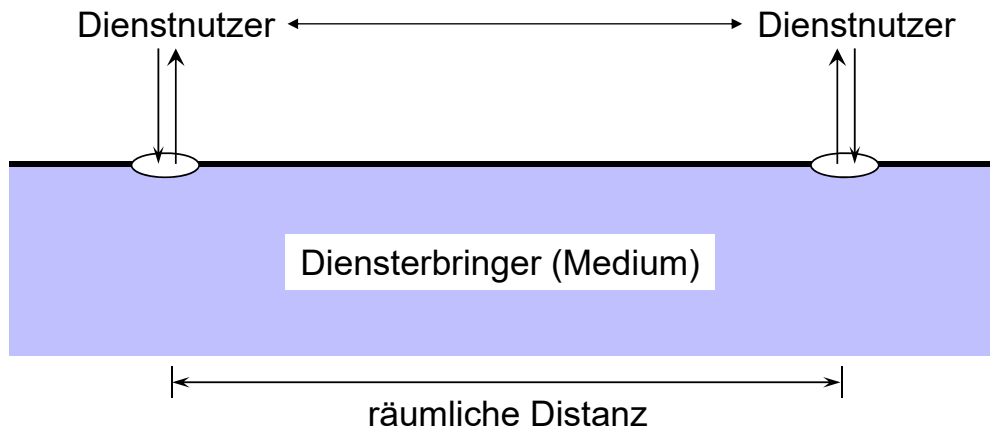
Die andere, in der Praxis verwendete Methode ist die Modularisierung – teile die gesamte Funktionalität in logische Bereiche auf, die unabhängig voneinander umgesetzt und (bestimmten Regeln folgend) beliebig kombiniert werden können. In der Praxis kommen Schichtenmodelle zum Einsatz: von sehr anwendungsnahen bis hin zu sehr hardwarenahen Funktionalitäten werden die Funktionalitäten in einige logische Schichten gruppiert. Jede Schicht stellt eine Teilfunktionalität bereit und agiert als Dienstbringer für die nächsthöhere Schicht. Diese nächsthöhere Schicht kann die Funktionalität der tieferen Schicht nutzen und agiert selbst als Erbringer weiterer Funktionalitäten für die wiederum nächsthöhere Schicht. Auf jeder Schicht können unterschiedliche Varianten implementiert werden und je nach Bedarf einer Anwendung kann die entsprechende Variante verwendet werden. Dadurch erzielt man eine höhere Flexibilität.

- Grundlegendes Modell eines Kommunikationssystems



Partner einer Schicht

- benutzen einen Dienst (außer unterste Schicht); generell kann man auch sagen, dass ein Medium genutzt wird (konkretes Medium nur unterste Schicht, sonst virtuelles Medium), da die Partner einer Schicht den Dienst als „Medium“ sehen, welches die Daten zustellt
- bieten einen Dienst
- kennen nur den direkt unterliegenden Dienst
- „unterhalten sich“ gemäß Regeln (= Protokollen)
 - z.B. „Telefon“-Schicht: wählen/klingeln/besetzt
 - Bei Menschen viel kontextsensitiv / implizit:
 - z.B. „Melden am Telefon“
 - Übersetzer: „Übersetz-Modus“, „Rückfragen-Modus“, „Selbst-Vorstellen“, „Chef-Vorstellen“, ...



- **Dienstleister stellt Dienst (Kommunikation zwischen Dienstnutzern) bereit**
 - ▶ Dienstleister überbrückt räumliche Distanz zwischen Teilnehmern
 - Agiert als „virtuelles Medium“

Ein Kommunikationssystem besteht aus einer Menge von Dienstnutzern und einem Erbringer eines Kommunikationsdienstes. Der Kommunikationsdienst hat die Aufgabe, die räumliche Distanz zwischen den Teilnehmern zu überbrücken.

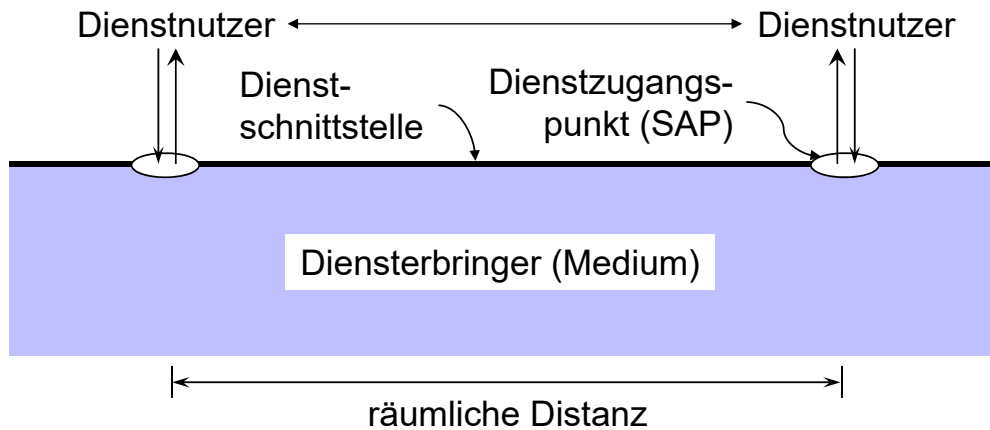
Die Nutzer des Dienstes können dabei entweder als Sender oder als Empfänger agieren. Der Erbringer des Dienstes (in Bezug auf die räumliche Distanz) wird als Medium bezeichnet.

Der Dienst wird über einen speziellen Dienstzugangspunkt (Service Access Point, SAP) an einer Dienstschnittstelle in Anspruch genommen.

Beispiel: Kommunikationsdienst „Telefondienst“

- Kommunikationssystem: eine Sparte der Telefongesellschaft
- Medium: verschiedene Kabel, Satellit, Funk
- Dienstnutzer: Kunde des Dienstes „Telefondienst“: Telefonierende Personen
- Dienstzugangspunkt: Telefon

Grundmodell der Datenkommunikation



- ▶ Die Dienstenutzung durch Teilnehmer erfolgt an einer speziellen *Dienstschnittstelle* unter Nutzung eines *Dienstzugangspunkts*
- ▶ *Dienstprimitive* stellen die – an einen zeitlichen Ablauf gebundene – abstrakte Beschreibung der Wechselwirkung an den Dienstzugangspunkten zur Nutzung eines Dienstes dar

- Dienstnutzer: Anwender des Dienstes. Nicht notwendigerweise der menschliche Benutzer, kann auch übergeordnete Schicht sein.
- Dienstleister: Bereitsteller des Dienstes. Nicht notwendigerweise das physikalische Übertragungsmedium.
- Dienstzugangspunkt: Eindeutig gekennzeichnete Zugangspunkt für die Inanspruchnahme eines Dienstes und die Wechselwirkungen/Interaktionen zwischen den Dienstnutzern. Diese eindeutige Kennzeichnung entspricht einer Adresse, unter der die jeweiligen Dienstnutzer erreicht werden können. Im Englischen: Service Access Point, SAP
- Dienstprimitive: Stellen die – an einen zeitlichen Ablauf gebundene – abstrakte Beschreibung der Wechselwirkung an den Dienstzugangspunkten zur Nutzung eines Dienstes dar.

- **Grundlegende Dienstprimitive nach OSI-Modell**

- ▶ *Dienstfunktionen*

- CONNECT: Verbindungsaufbau
 - DISCONNECT: Verbindungsabbau
 - DATA: Datenaustausch
 - ABORT: Abbruch durch Dienstnutzer oder Dienstbringer

- ▶ Typen bzw. Funktionen eines *Dienstprimitivs*:

- Request: Anfordern eines Dienstes
 - Indication: Anzeige am Partner-Dienstzugangspunkt
 - Response: Antwort des Partner-Dienstzugangspunkts
 - Confirmation: Bestätigung der Dienstbringung am anfordernden Dienstzugangspunkt

Anmerkung: das sogenannte OSI-Modell wird später in diesem Kapitel noch behandelt. Hier soll dieses Modell (ohne genaueres Wissen, wie es aussieht) nur dazu dienen, eine konkrete Syntax für Dienstprimitive bereitzustellen.

Hier im Beispiel stelle ein Kommunikationsdienst vier Funktionen bereit:

- Connect: Herstellen einer Kommunikationsbeziehung zwischen den Kommunikationspartnern (z.B. Vereinbarung von Parametern)
- Disconnect: gegenseitige Einigung der Partner auf die Beendigung der Kommunikation
- Data: Austausch von Daten
- Abort: Beendigung der Kommunikationsbeziehung durch den Dienstanbieter oder einseitiger Abbruch durch einen der Dienstnutzer

Diese vier Dienstfunktionen werden durch die auf der Folie aufgeführten Primitive angeboten; im Kommunikationssystem passiert ein Austausch dieser Primitive bei Nutzung der Dienste.

Dienstprimitive – Beispiel

- Die Benennung eines Dienstprimitivs besteht aus folgenden Komponenten:

Name der Schicht/Anwendung	Dienstleistung	Dienstgrundtyp	Parameter
Physical (Ph)	Connect (Con)	Request (Req)	(entsprechend)
Data Link (DL)	Data (Dat)	Indication (Ind)	
Network (N)	Abort (Abo)	Response (Rsp)	
Transport (T)	Provider Abort (PAbo)	Confirmation (Cnf)	
HTTP	Disconnect (Dis)		
FTP	...		
...			

- Beispiel:

- ▶ T-Con.Req(Adressen) = Verbindungsaufbauanforderung an der Schnittstelle zum Transportsdienst
- ▶ HTTP-Get[Dat.Req](URL) = Anforderung der Webseite, die durch URL identifiziert wird

Die Beschreibung der Dienstprimitive erfolgt hier gemäß dem Schema

<Schichtabkürzung> -<Dienstleistung>. <Diensttyp>

Das OSI-Modell definiert 7 Schichten. Hier kann zunächst verallgemeinernd davon ausgegangen werden, dass es sich dabei um Softwaremodule zur Datenübertragung handelt, die jeweils einen bestimmten Kommunikationsdienst erbringen. Der genauere Zweck der Schichten wird später noch erläutert. Jede der sieben OSI-Schichten hat eine Abkürzung, die sich an die englische Bezeichnung der Schicht anlehnt; so heißt z.B. die erste Schicht, die Bitübertragungsschicht, im Englischen Physical Layer mit der Abkürzung Ph.

Typische Dienstleistungen sind Aufbau, Datenübertragung, Rücksetzen, Abbruch. Diese fließen wie die Schichtbezeichnungen ebenfalls als Abkürzungen der entsprechenden englischen Begriffe in die Dienstprimitive ein, also z.B.

Verbindungsaufbau : Connect = Con

Übertragung : Data = Dat

Der Diensttyp umfasst die bereits erwähnten vier Grundtypen von Ereignissen, die aus der Abwicklung der Dienstleistung hervorgehen

Anfrage : Request = Req

Anzeige : Indication = Ind

Antwort : Response = Rsp

Bestätigung : Confirmation = Cnf

In der Realität erfolgt die Umsetzung üblicherweise nicht sauber nach diesem Modell.

- **Beispiel: Post**

- ▶ **Dienstnutzer:**

Postkunden

- ▶ **Dienstanbieter:**

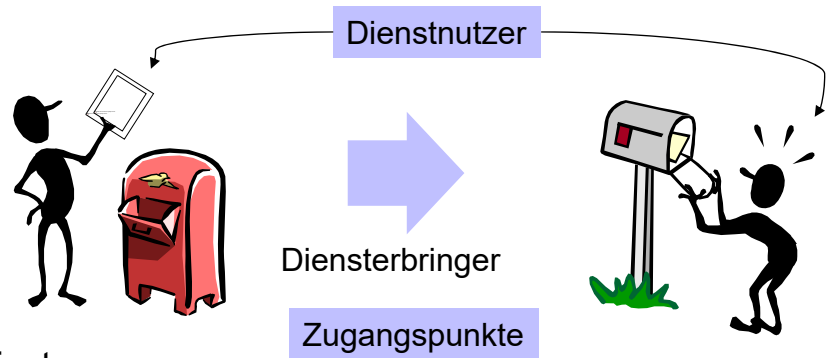
Post

- ▶ **Zugangspunkte:**

öffentliche und private
Briefkästen

- ▶ **Dienstprimitive:**

Einwerfen eines adressierten und frankierten Briefes (DATA Req),
Postbote wirft Brief in Briefkasten des Empfängers (DATA Ind)
(in USA: red flag als Indikator, dass Post ankam bzw. zum Abholen
bereit ist)



- **Beispiel: Telefon**

- ▶ **Dienstnutzer:**
Telefonkunden

- ▶ **Dienstanbieter:**
Telekom-Anbieter

- ▶ **Zugangspunkte:**
öffentliche und private Telefone

- ▶ **Dienstprimitive:**
Nummer wählen (Con.Request), Klingeln (Con.Indication), ...

