

# Wireless LANs

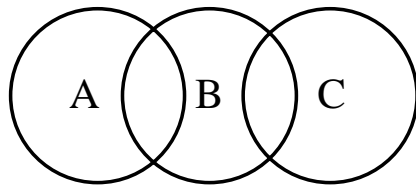
## - Infrarot-Technik

- Sichtverbindung (zumindest "diffus")
- kurze Reichweite

## - Funk-Technik

- nur wenige Frequenzbereiche (mit Einschränkungen) "frei" nutzbar
- typisch: 2.4 GHz-Band; spread spectrum / frequency hopping

## - "Hidden Node Problem"



- C kann A nicht hören
- A und C könnten daher gleichzeitig (an B) senden
- nur der Empfänger (B) kann Kollisionen "vermeiden"!
- klassisches "collision detection" problematisch, da alles "noisy"

## - IEEE 802.11 MAC (hier vereinfacht / verkürzt)

- CSMA/CA ("Collision Avoidance" statt "Detection")
- vor dem Senden hören, ob Kanal frei
- kurze Nachricht "ready to send" (RTS) enthält gewünschtes Ziel und Zeitdauer
- andere stellen ihren Sendewunsch so lange zurück
- Ziel antwortet mit "clear to send" (CTS)
- acknowledgements (falls nicht broadcast), da Sender Kollision nicht notwendigerweise feststellen kann
- Retransmission auf MAC-Ebene bei ausbleibendem acknowledgement
- 11 Mb/s maximal, ca. 2 Mb/s bei grösserer Entfernung (max. ca. 100 m)
- alternative Zugriffsregelung PCF ("Point Coordination Function"): zentrale Station, die (mittels polling) den Zugriff regelt; geeignet z.B. für zeitkritische ("synchrone") Daten bzw. Realzeitdaten

# Mobile Geräte am Internet

## - Mobile / drahtlose Geräte werden bald (gegenüber stationären) das Internet dominieren

- Internet-Protokolle müssen dafür adaptiert werden

## - Unterschiedliche Protokolle auf der Transportebene

- wireless LAN, Bluetooth,...
  - UMTS (Weiterentwicklung von GSM)
  - Infrarot
  - ...
- } - ggf. mehrere parallel  
- mehrere Mb/s

## - Schneller Fortschritt in der Display-Technik, Miniaturisierung, Kommunikationstechnik

--> tragbar, mobil

--> kostet fast nichts mehr

- kleines Problem: Stromverbrauch (vgl. kontaktlose Chipkarten)

## - Laptop, PDA, Smartphone, travel computer, Spielzeug, Haushaltsgeräte, kontaktlose Chipkarte, ...

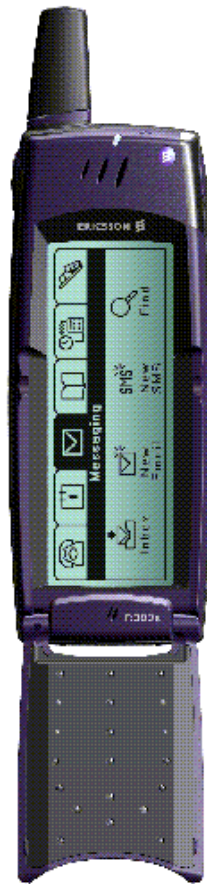
- wearable computing
- embedded systems
- "commodity device without any personality" (z.B. intelligenter Schreibstift, der alles digitalisiert, was man schreibt)
- Kleidung (damit die Waschmaschine Bescheid weiss)

--> ganz neue Geräte  
"Information Appliances"

## - Supersmartcard (mit Display, ggf. Tastatur...)

# Mobile Geräte: Smartphones

- Weiterentwicklungen des “Handy” in einer Synthese mit PC/Laptop und PDA
  - bestehen fast nur aus Farbdisplay
  - Miniaturkamera
  - Mikrophon
  - Spracherkennung
  - Fingerabdrucksensor
  - UMTS-, Infrarot-, Bluetooth...-Schnittstellen (mehrere Mb/s)
  - Ortsinformation
- Einfache Bedienbarkeit
- Unterschiedliche Nutzergruppen
  - z.B. Modeartikel für Jugendliche
  - unterschiedliche Designs
  - spezifische Oberflächen und Inhalte
- Anwendungen z.B.:
  - Kino: Film-Preview und Platzreservierung; virtuelle Kinokarte (mit Bezahlungsfunktion)
  - Stadtplan (Ortsinformation!); ggf. auch als “ortslokaler Werbeträger”
  - U-Bahn-fahren ohne Ticket
  - Fun, Spiele, Infotainment
- Weiterentwicklungen: z.B. Smartphones als Brillen
  - augmented reality
  - wearable computing



# Smartphones - Designstudien



## Smartphones (2)



## Internet bis zur Kaffeemaschine

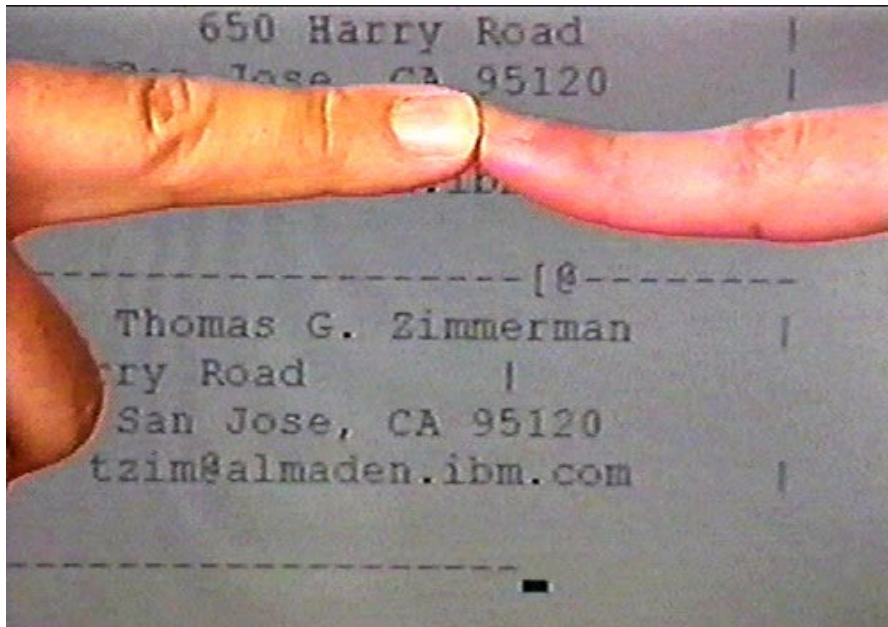
- Drahtlose, billige Vernetzung im Bereich von ca. 10 m
  - als Kabelersatz für Drucker, mobile PCs, mobile phones, PDAs,...
  - i.a. max. 10 bis 100 Geräte pro Netz ("Piconetz")
- Z.B. Bluetooth oder HomeRF-Standard
  - jeweils durch Industriekonsortien unterstützt
- Spontane, automatische Verbindung von Geräten
  - "Ad hoc-Vernetzung"; keine manuelle Konfiguration etc.
- Ein einziger Chip für HF und Protokollimplementierung
  - 9 x 9 mm, ca. \$ 10 bei Massenfertigung
- Lizenzfrei im 2.4 GHz-Band, 10 - 100 mW, 1 - 2 Mb/s
- Berücksichtigt "noisy radio frequency environment"
  - frequency hopping (typischerweise ca. 50 hops/s) / spread spectrum
  - schnelles Acknowledgement
  - forward error correction
- Zeitmultiplex, Duplex-Kommunikation
  - ggf. Sprachübertragung durch Reservation "synchroner" Slots
- Diverse low power modes, z.B.: HOLD, SNIFF, PARK
  - STANDBY-Modus bei Bluetooth: "an unconnected unit periodically listens for messages every 1.28 seconds"
- Optionale Verschlüsselung und Authentifizierung mit Challenge-response-Verfahren
- Finden anderer Geräte in der Nähe (INQUIRY-Nachricht)

Alternative dazu für manche Anwendungen:  
*Infrarot*



# Personal Area Networks

- A simple touch can be the conduit for the transfer of personal or even medical data
- Transmit a user's identification and other information from one person to another, or even to a variety of everyday objects such as cars, public telephones, and ATMs
- The small signal, about one-billionth of an amp, is conducted by the body's natural salinity
- ...automatically log users on and off computer systems and subway commuters could pay for a ride by walking through a turnstile
- Automobiles would be able to immediately distinguish their owners as they approach; even household devices, such as CD players, televisions and toasters, could identify and adapt to individual preferences and tastes
- The bandwidth is relatively small, about that of a low-speed modem



# Herausforderungen bei der mobilen und drahtlosen Kommunikation

Application Layer	Resource Description, Resource Discovery, Accounting
Transport Layer	Congestion Control, Flow Control, Quality of Service
Network Layer	Adressierung, Routing, Location Management, Handover, Authentifizierung
Link Layer Physical Layer	Modulation, Kodierung, Verschlüsselung, Komprimierung, Kanalzugang, Power Control, Interferenzen und Schwund

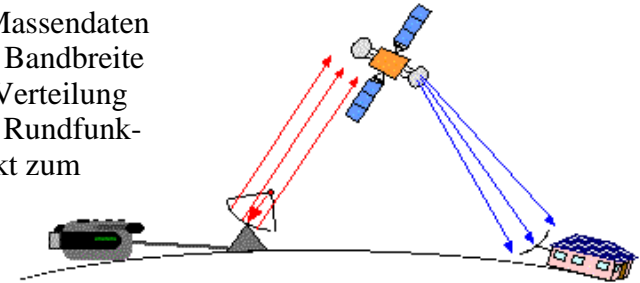
# Herausforderungen

- Sicherheit, Authentifizierung, Privacy, Vertrauen...
  - Probleme mit klassischer Sicherheitsarchitektur, z.B. Authentifizierung über feste Quelladresse (Bsp: Zugriff auf Online-Zeitschrift mit Uni-Zugangsberechtigung von zuhause aus)
- Accounting & billing
  - Nutzung fremder / kommerzieller Zugangsressourcen etc.
  - lokale Service-Provider wollen verdienen
  - Abrechnung neuer Teledienste
  - Integration mit allgemeiner Bezahl-Infrastruktur für E-Commerce
- Automatische Konfiguration (--> Protokolle)
  - bisheriger Aufwand (IP-Adresse, Default-Router, DNS-Server eintragen, ggf. System rebooten) der Anpassung an lokale Gegebenheiten ist nicht mehr zumutbar (viele weitere Dienstabhängigkeiten, naive Benutzer, häufiger Ortswechsel...)
- Routing, Handoff
  - z.T. gelöst bei GSM bzw. "mobile IP" (z.B. "home agent", "care of address", "Tunneln" von IP-Paketen vom home agent zum care of address)
  - bisherige Verfahren jedoch ungeeignet für starke Mobilität (kleine Zellengrößen!), sehr viele Geräte etc.
- Service Location
  - z.B. SLP ("Service Location Protocol") und Weiterentwicklungen
  - Problem: ähnliche bzw. äquivalente Services identifizieren
- Zeitweilige Abschattungen, hohe Bitfehlerraten
  - Paketverlust auf niedrigen Ebenen kann grössere Probleme auf höheren Protokollebenen verursachen
  - z.B. TCP: Paketverlust wird als Netzüberlastung interpretiert, was zu einer starken Drosselung des Sendens führt

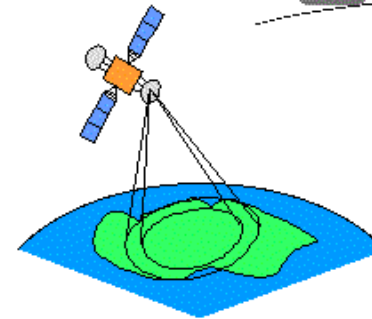
# Satelliten

## - Verwendung

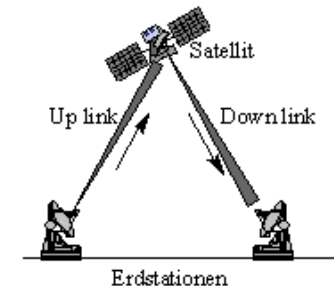
- gut geeignet für Massendaten (broadcast) hoher Bandbreite (z.B. 500 MHz); Verteilung von Fernseh- und Rundfunkprogrammen direkt zum Teilnehmer



- TV-Satelliten (Astra, 10-12 GHz; Eutelsat, ...)



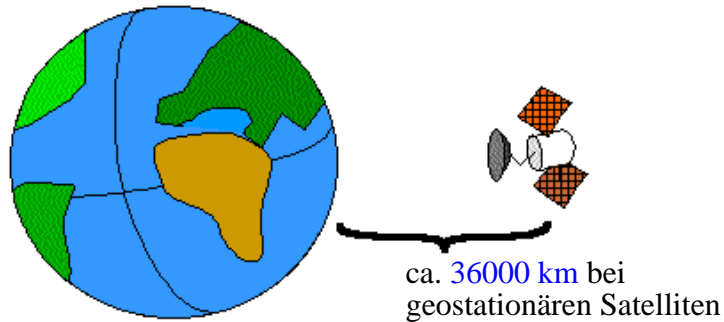
- Satelliten als Relaisstationen
- gebündelte Übertragung vieler tausend Telefongespräche (und Datenkanäle) über interkontinentale Entfernungen
- auch: direkte Individualkommunikation über Satellit
- z.B. VSAT ("Very Small Aperture Terminal")



## -Mehrere Transponder pro Satellit

- empfängt auf einem Kanal, demoduliert, regeneriert und verstärkt, moduliert, sendet auf einem anderen Kanal

# Satellitentypen



# Eigenschaften der Satellitenkommunikation

## - Vorteile:

- grosse Distanzen
- mobile Benutzerstationen
- Broadcast-Fähigkeit
- ggf. billiger als Aufbau einer terrestrischen Infrastruktur (i.a. auch weniger juristische Probleme bei Nutzung)

## - Umlaufbahn bestimmt Eigenschaften und Kosten

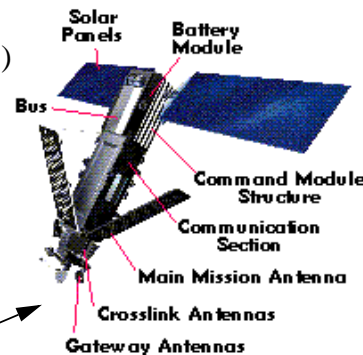
- **GEO:** Geostationary Orbiter (35786 km, 24h Umlaufdauer, 3 - 5 Satelliten, Verzögerung > 300 ms), z.B. INMARSAT

- **MEO:** Medium Earth Orbiter (6000 - 12000 km, 4 - 12h Umlaufdauer, 10-15 Satelliten, Verzögerung ca. 150 ms)

- **LEO:** Low Earth Orbiter (700 - 2000 km, 1.5 - 2h Umlaufdauer, > 40 Satelliten, Verzögerung < 50 ms, Satellit nur ca. 10 min sichtbar; Satellit ca. 500 kg schwer)

- LEOs auch für individuellen Duplexbetrieb

- Beispiel für LEOs: *Iridium* mit 66 Satelliten (Betriebsbeginn 1998, Kosten 3400 Mio\$, 6 Bahnen, 780 km, 10 min sichtbar, 4.000 Kanäle); *Teledesic* mit 288 Satelliten (Kommunikation auch zwischen Satelliten, Betriebsbeginn 2001, Kosten 9000 Mio\$)



## - Über 500 ms Round-trip-Zeit bei GEOs

- störend bei Telefonie
- viele Protokolle vertragen so lange Laufzeiten nicht unmittelbar (grosse timeouts, Retransmissionen --> u.U. geringe Effizienz)

## - Flacher Winkel zu GEOs auf Äquatorbahnen

- dadurch in Städten oft abgeschattet

## - LEOs sind nur kurze Zeit sichtbar

- Handover notwendig
- viele Satelliten auf mehreren Umlaufbahnen notwendig

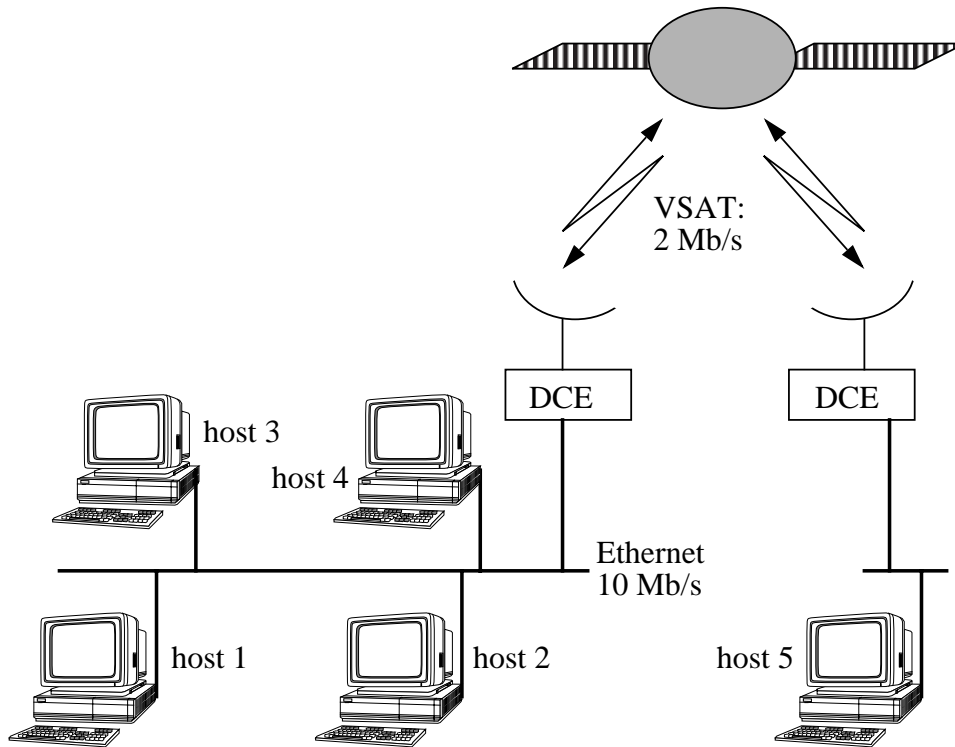
## - LEOs haben kürzere Lebensdauer als GEOs

- aber auch wesentlich geringere Startkosten

## - Verwundbarkeit (insbes. bei GEOs kaum Redundanz)

- auch meteorologische Einflüsse können kurzzeitig stark stören

# Leistungsmessungen von TCP über Satellit

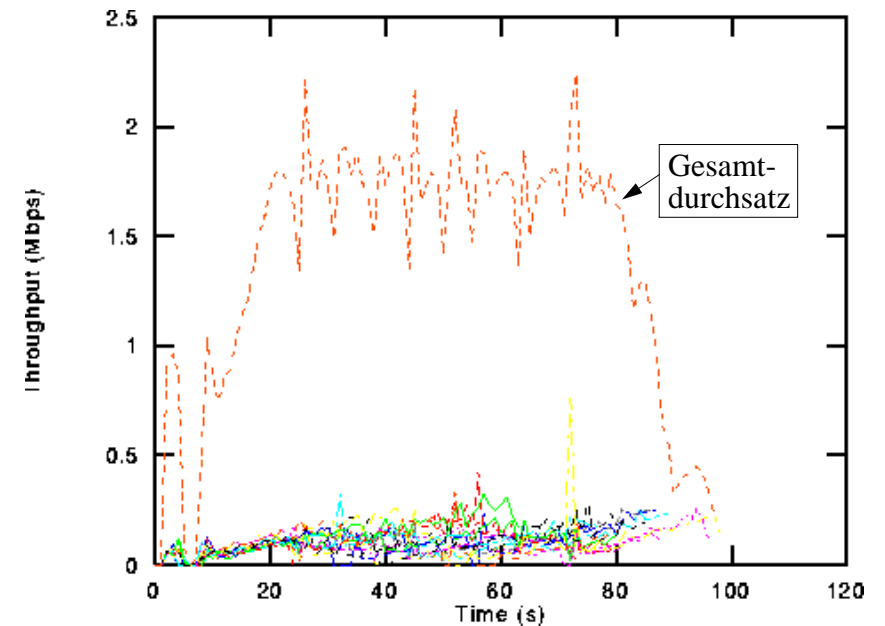
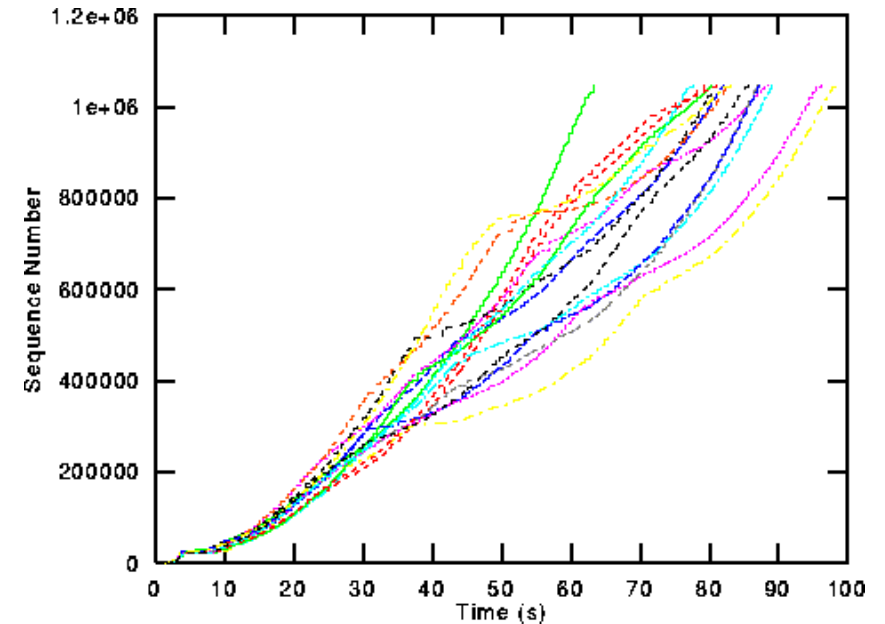


- 16 parallele Datenströme, je 512 Pakete zu 2048 Byte

- Host 1-4 senden gleichzeitig je 4 Datenströme an host 5
- maximale TCP-Fenstergröße: 64 kB

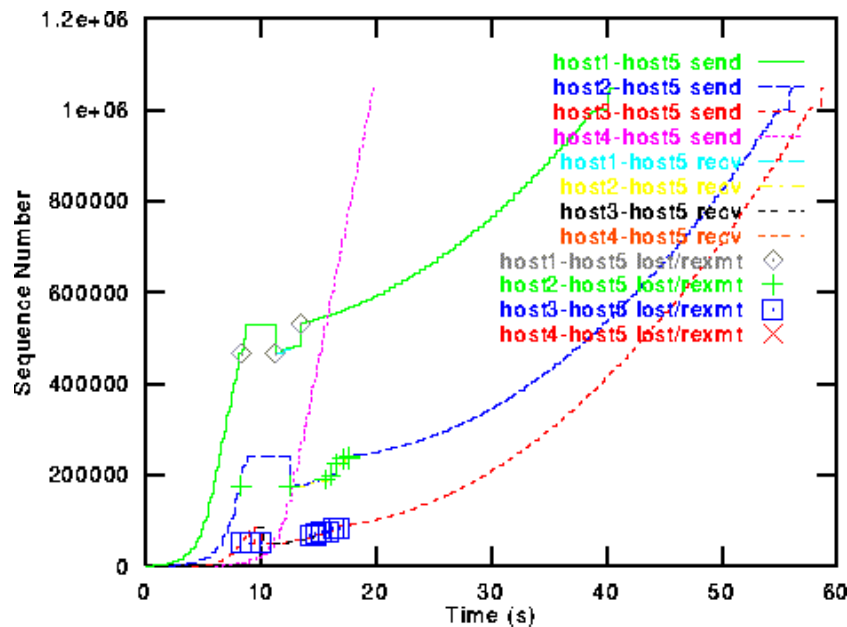
- Beobachtungen:

- es dauert ca. 25 Sekunden, bis Maximaldurchsatz (ca. 1.8 Mb/s) erreicht ist (slow start-Algorithmus!)
- der mittlere Durchsatz beträgt ca. 1.25 Mb/s
- kurze Übertragungen haben einen schlechten Durchsatz (slow start)

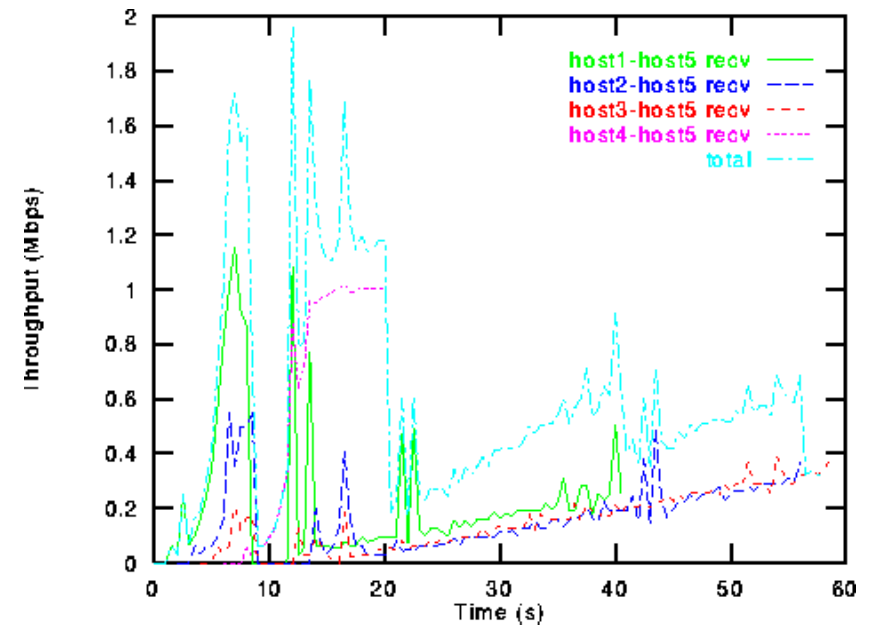


# Leistungsmessungen (2)

- 4 Datenströme von host 1-4 an host 5 starten um jeweils 2 Sekunden zeitversetzt
- man sieht den Slow-start-Effekt
- “unfair”, da Datenströme unterschiedlichen Durchsatz haben
- Retransmissionen der Datenströme von host 1-3 sorgen dafür, dass (im Unterschied zum Datenstrom von host 4) das Fenster langsam wächst und der Durchsatz daher gering ist
- nach mehreren Retransmissionen bricht der aggregierte Durchsatz stark ein (Zeitpunkt 20) und erholt sich nur sehr langsam
- Gesamtdurchsatz liegt bei ca. 0.6 Mb/s, Effizienz beträgt damit nur ca. 30% (typisch für TCP über Satellitenstrecken)
- “Geschwindigkeit” der Datenübertragung:



- Durchsatz:



- Denkübung: Man versuche, die gemessenen Werte zu interpretieren und die Phänomene zu erklären

- wieso kommt es beim ersten Experiment nicht auch schon zu solchen starken Einbrüchen beim Durchsatz?



# Ortsinformation per Satellit

- GPS-Empfänger (“Global Positioning System”) bald
    - in jedem Auto
    - in fast jedem elektrischen Gerät
    - werden kleiner und billiger, bald auf Chipkartengrösse
    - Genauigkeit derzeit ca. 200 m (bzw. wenige Meter mit differentielltem GPS); demnächst bis auf einige Zentimeter
  - Ortsinformation wird für Software eine abfragbare Grösse
    - genauso wie heute Datum / Uhrzeit
    - “wie spät ist es und wo bin ich; wer hält mich gerade in der Hand und wer spricht zu mir”?
  - Technische / organisatorische Herausforderungen z.B.:
    - Geocast-Adressierung (z.B. “C37b.IFW.ETH.Zürich.ch”)
    - Routing mit geographischen Adressen
    - Verbindung des klassischen IP-Routings mit geogr. Routing / Adressen
    - Spezifikation von Empfangsgebieten (z.B. geogr. Polygon oder geogr. Objekt wie z.B. “Autobahn A3”)
- 
- Innerhalb von Gebäuden andere Lokalisierungstechnik
    - z.B. spezielle (kleine, billige) lokale Sender (“Radio-Baken”)
    - Laufzeitmessungen bzw. Peilung liefert genaue Ortsinformation (Infrarot, Mikrowelle, Ultraschall)

# Ortsinformation: Anwendungen

- Geographischer Multicast (“geocast”)
  - “an alle Polizeiautos auf der Autobahn A3”
- Nachricht, die den Empfänger erst erreicht, wenn er im “richtigen” Empfangsgebiet ist
- Verkehrsinformation, Sehenswürdigkeiten, lokale Restaurants, Supermarkt...
- Dienst nur in einer bestimmten Region anbieten
  - z.B. Werbung (Speisekarte der nächsten Pizzeria)
- Autos, die automatisch den Verkehrszustand melden
  - mit Sensoren für Temperatur etc.: dichtes Netz von Wetterstationen
- Telefone, die in Konferenzräumen nicht klingeln
- Ausdrucken nur auf einem physisch benachbarten Drucker
- Lokalisieren von Geräten (oder Alltagsdingen?)
  - nichts geht mehr verloren
- Kameras, die Annotationen realer Objekte in Form von Hyperlinks etc. darstellen (“augmented reality”)

externe Welt ist eine grosse WWW-Seite mit anklickbaren Objekten

# Internet & Co - quo vadis?

## - Was ist

- technisch machbar und beherrschbar
- ökonomisch machbar
- moralisch vertretbar
- zumutbar
- sinnvoll ?

- hohe Bandbreite
- drahtlos
- ubiquitär

## - Neue Anwendungen (und “business opportunities”)

- electronic commerce
- home office
- Infrastrukturdienste
- ...

## - Mobile + nomadic computing

- z.B. WAP (Internet per Mobiltelefon)

## - Networked entertainment

## - Vernetzte “smart Devices” im Haus, im Büro, unterwegs

## - Integration von mobilem Telefon, PDA, pager, Notebook...

- “information appliance”

## - Science Fiction?

- wearable computing
- vernetzte Kleidung
- implantierte Endgeräte
- vernetzte, “smarte” Alltagsdinge

ubiquitous  
computing

# Resümee der Vorlesung

- Informationsgesellschaft
- Geschichte der Kommunikation
- Kommunikationsprotokolle, Schichtenmodell
- Nachrichtentechnische Grundlagen
- Übertragungsprotokolle (u.a. Sliding-Window)
- Lokale Netze (Ethernet, Token-Ring)
- Routing
- IP (Adressformat, Paketformat, IPv6)
- TCP
- Mobile / drahtlose Kommunikation; Satelliten

