

# Datenkommunikation

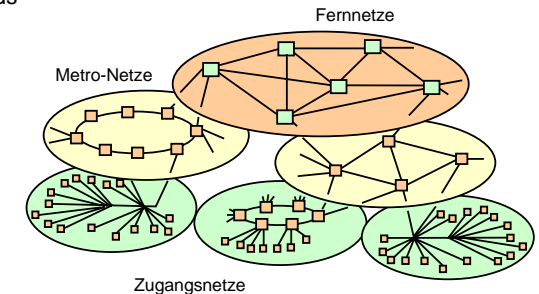
Teil 1.1: Überblick

O.Univ.Prof.Dr. Harmen R. van As

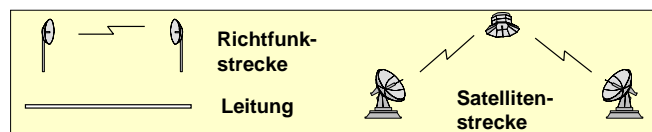
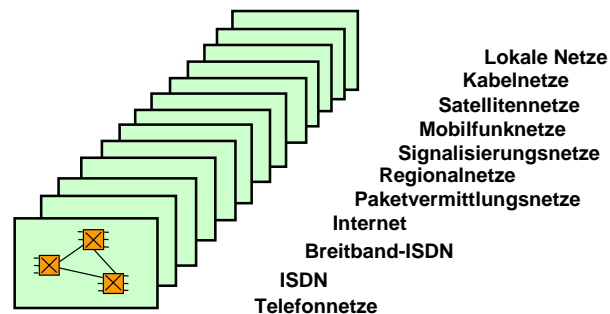
## Übersicht

### 1.1 Grundlagen: Überblick

- Weltvernetzung (Kupfer-, Glasfaser-, Funk-, und Satellitenverbindungen)
- Struktur des Internet als Netz der Netze
- Ausdehnung und Eigenschaften der verschiedenen Netze
- Heutiger Stand und Trends



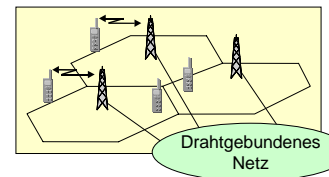
## Eine Vielfalt von Netzen



ISDN: Integrated Services Digital Network

## Durchschalte- und Paketvermittlung

### Funknetze



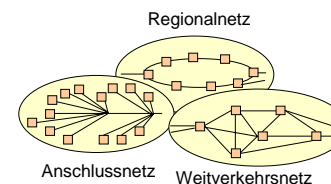
#### Durchschaltungsvermittlung

GSM Global System for Mobile Communication

#### Paketvermittlung

GPRS General Packet Radio Service  
UMTS Universal Mobile Telecommunication System  
WLAN Wireless Local Area Network  
VSAT Very Small Aperture Terminal Network

### Festnetze



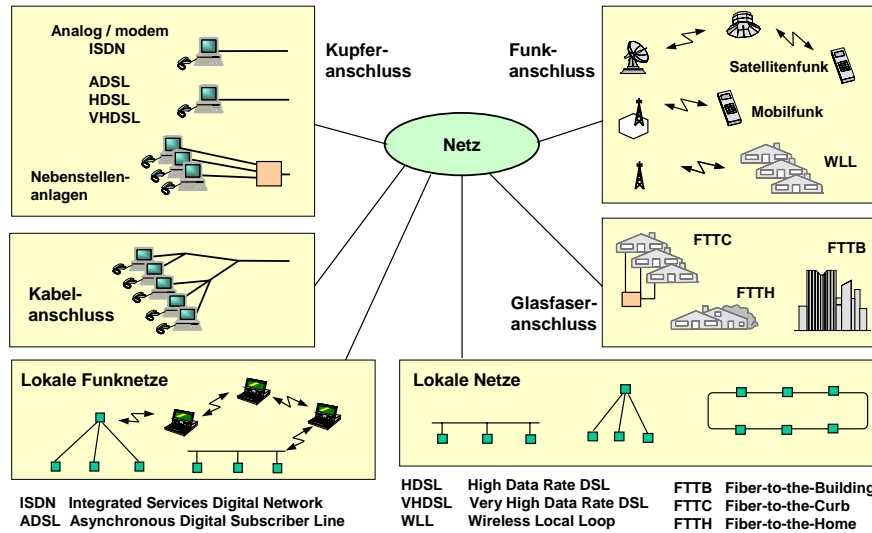
#### Durchschaltungsvermittlung

POTS Plain Old Telephone System  
ISDN Integrated Services Digital Network

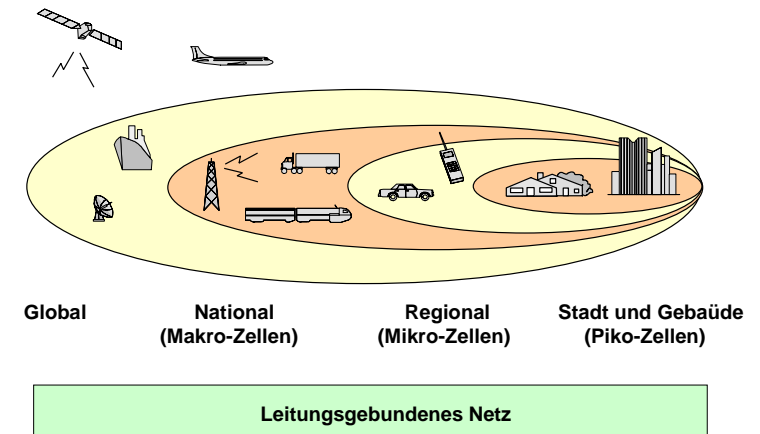
#### Paketvermittlung

X.25 X.25 Packet Switching  
FR Frame Relay  
ATM Asynchronous Transfer Mode  
IP Internet Protocol  
SS7 Signalling System Number 7  
LAN Local Area Network  
CATV Cable TV Network

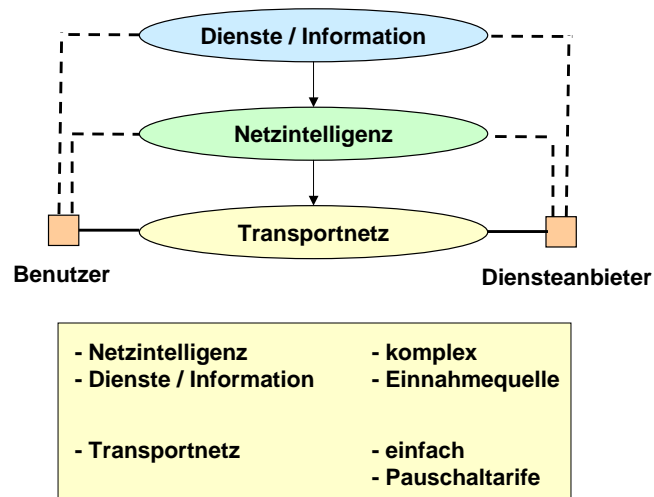
## Netzanschluss



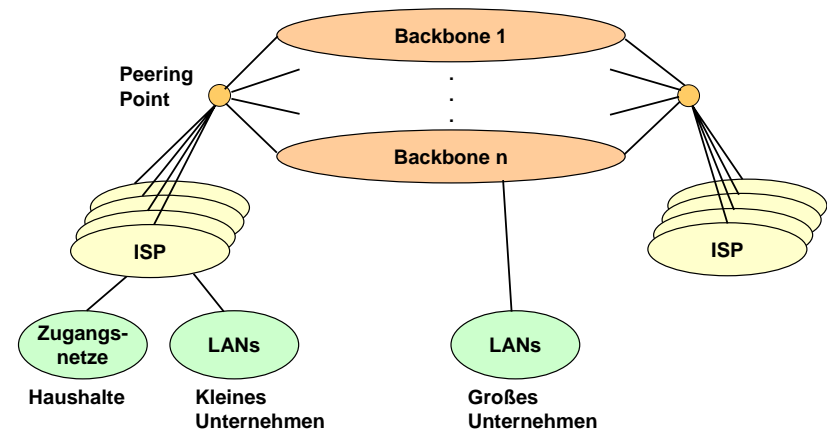
## Mobilkommunikation



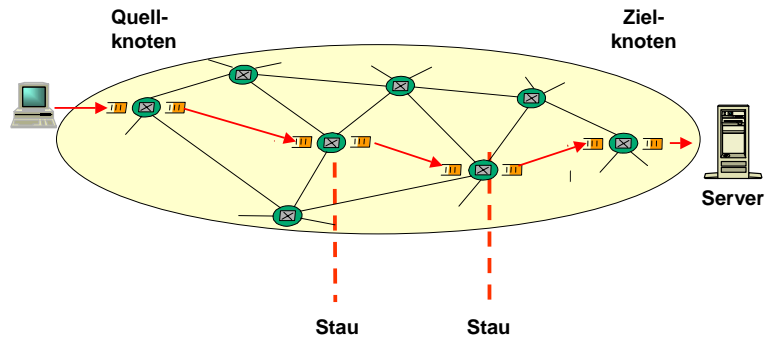
## Allgemeiner Trend in Kommunikationsnetzen



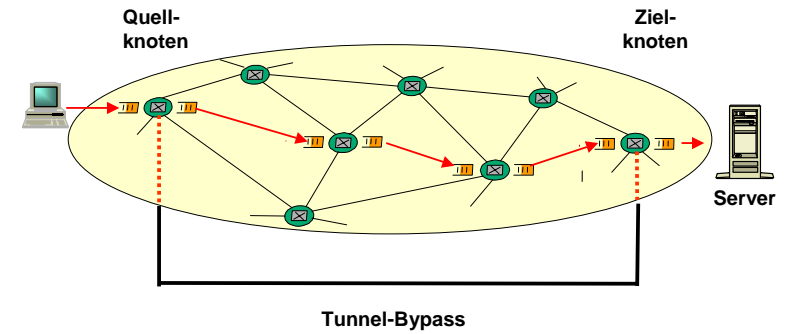
## Allgemeiner Aufbau des Internet



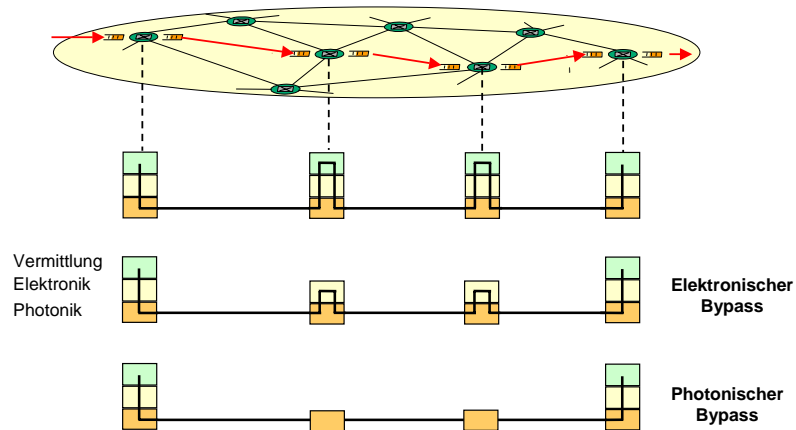
## Internet-Kommunikation



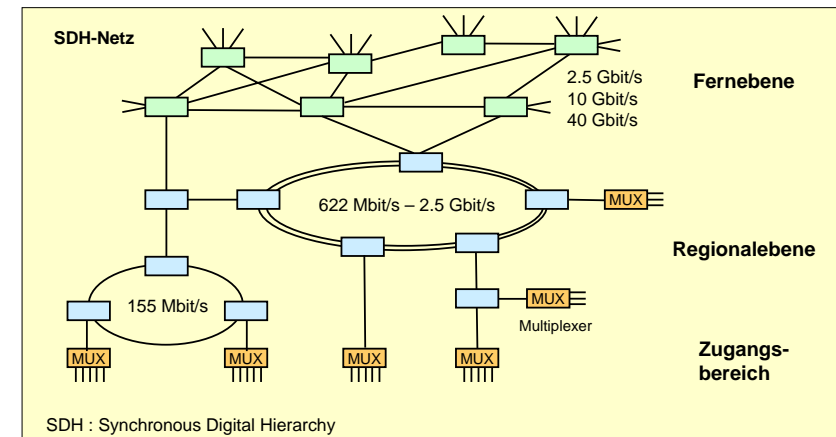
## Tunnel-Bypass



## Tunnel-Bypass



## Tunnel-Bypass durch Übertragungsnetze



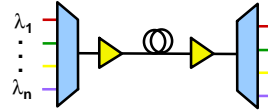
### SDH-Netz:

Autonomes Übertragungsnetz mit schneller Rekonfigurierung bei Knoten- und Leitungsausfällen

**Übertragungsbitraten:** 155 Mbit/s, 622 Mbit/s, 2.5 Gbit/s, 10 Gbit/s, 40 Gbit/s

## Tunnel-Bypass durch photonische Netze

- Optische Übertragung

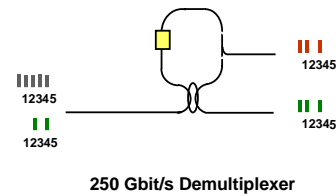


- Optische Vermittlung

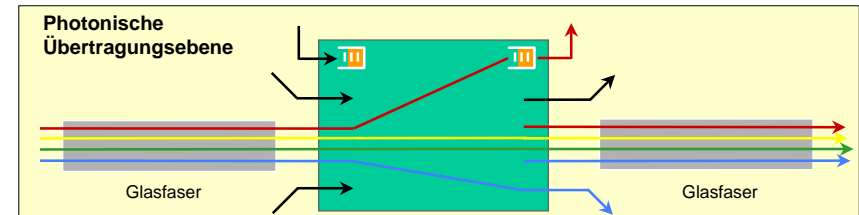
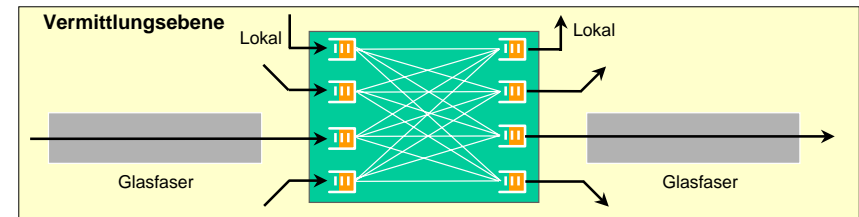


4 x 4 Koppelnetz

- Optische Signalverarbeitung



## Staufreie Superhighways

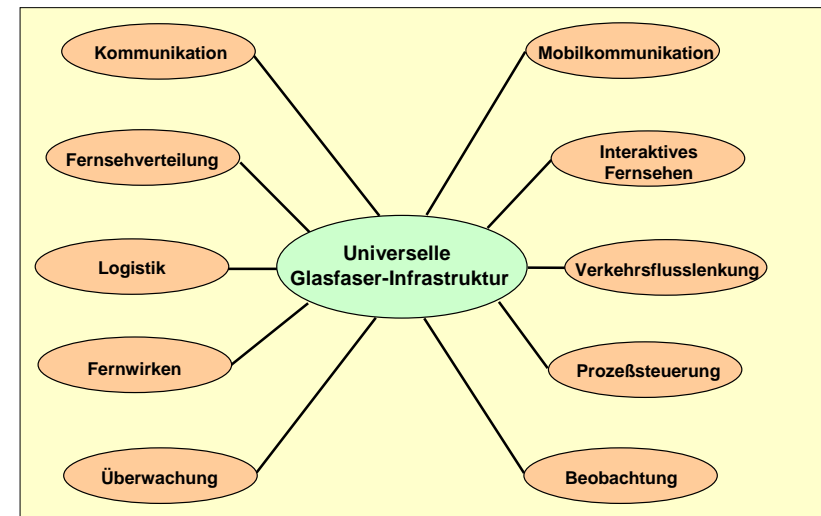


## Neue Möglichkeiten der Glasfaserverlegung



- Wasserwege, Seen und Meeresküsten
- Hochspannungsmasten
- Elektrizitätskabel
- Eisenbahntrassen
- Autobahnen
- Öl- und Gaspipelines
- Kanalisation
- Versorgungssysteme für Trinkwasser

## Glasfasernetze als universelle Infrastruktur



## Interkontinentale Übertragungssysteme



© 2002 Institut für Kommunikationsnetze

Technische Universität Wien

## Interkontinentale Übertragungssysteme



### Stand 2002

© 2002 Institut für Kommunikationsnetze

Technische Universität Wien

## Photonisches Netz : AFRICA-ONE



© 2002 Institut für Kommunikationsnetze

Technische Universität Wien

## Tiefsee-Kabelverlegung



© 2002 Institut für Kommunikationsnetze

Technische Universität Wien



## Optische Verstärker für Tiefsee-Kabel



Montage und Test optischer Verstärker

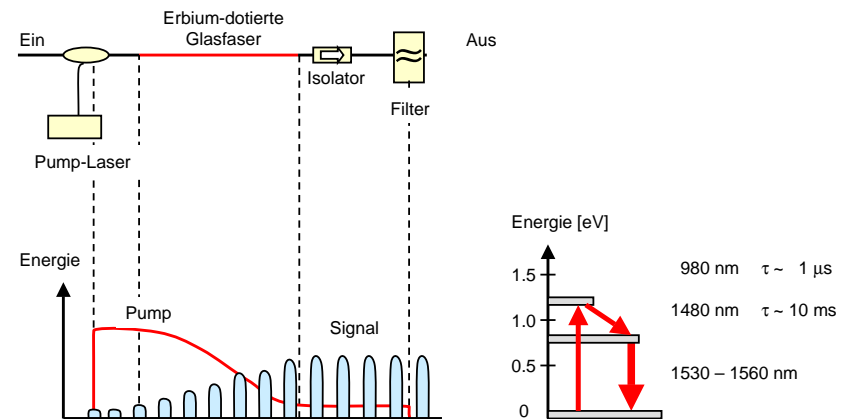


Transatlantik-Kabel mit optischen Verstärkern

Strecke London-New York, 12.000 km  
Ring-Topologie mit 10 Gbit/s pro Faser  
Betrieb ab 1998

Alcatel (1996)

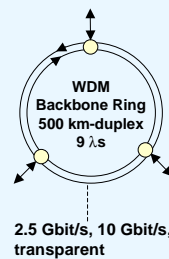
## Erbium-dotierter Glasfaserverstärker



## WDM optisches Experimentiernetz am IKN

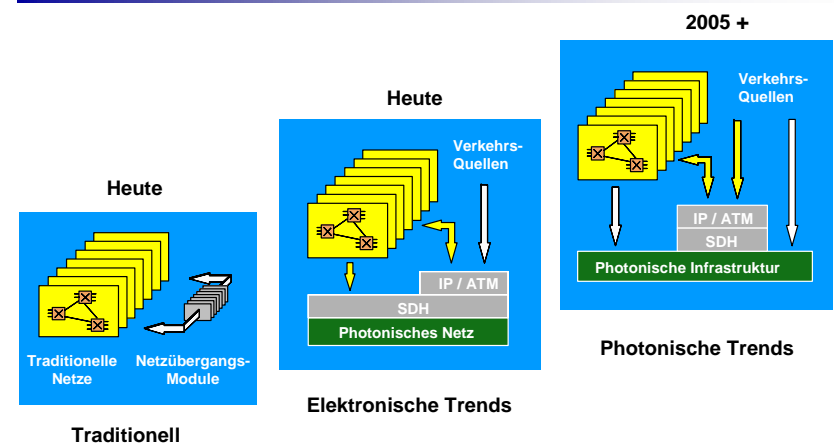


WDM-Ring am IKN



- Drei WDM-Knoten
- Zwei optische Verstärker
- Über 1000 km Glasfaser auf Rollen
- Wellenlängen-Duplexkanäle für SDH von 2 x 10 Gbit/s und 4 x 2,5 Gbit/s
- Wellenlängen-Duplexkanäle für drei transparente Wellenlängen-Duplexkanäle bis 2,5 Gbit/s

## Technologie-Trends



IP Internet Protocol  
ATM Asynchronous Transfer Mode  
SDH Synchronous Digital Hierarchy

## Trends mit photonischen Technologien

- Paralleler Massentransport von Bitströmen
- Minimale Ende-zu-Ende Verzögerung
- Einfacher Betrieb
- Niedrige Betriebskosten
- Niedrige Grundtarife

**Hierarchie:** kilo - Mega - Giga - Tera - Peta (Sexa - Hepta - Okta)

$10^3$   $10^6$   $10^9$   $10^{12}$   $10^{15}$

kbit/s - Mbit/s - Gbit/s

Gbit/s - Tbit/s

Tbit/s - Pbit/s

Anschlussnetz

Regionalnetz

Kernnetz

kbit/s : Übertragungsbitrate

KByte : Speicherangabe, K = 1024, Byte = 8 Bits

## Nomadologie: Globale Erreichbarkeit



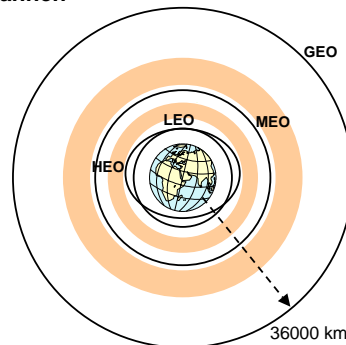
### Erdnahe Satellitensysteme

Iridium	795 km	6 Orbits	Motorola	1998
Globalstar	1,389 km	6 Orbits	Loral-Qualcomm	1998
Odyssey	10,335 km	3 Orbits	TRW	2000

## Klassifizierung von Satelliten

### Klasseneinteilung der Satellitenumlaufbahnen nach Art und Höhe

- **GEO (Geostationary Orbit)**  
ca. 36000 km
- **LEO (Low Earth Orbit)**  
700 - 2000 km
- **MEO (Medium Earth Orbit)**  
6000 - 20000 km
- **HEO (Highly Elliptical Orbit)**  
700 - 2000 km  
elliptische Orbits



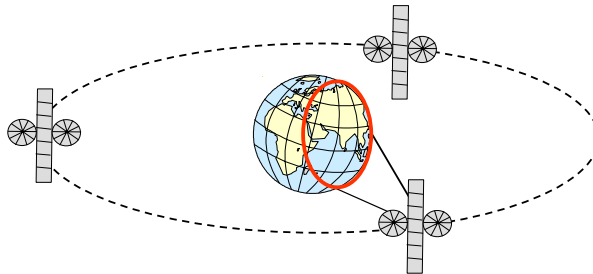
innerer und äußerer Van-Allen-Gürtel  
mit ionisierten Teilchen in 2000 - 6000 km Höhe

## Orbitale Parameter

	Höhe	Umlaufzeit	Geschwindigkeit
LEO	700 km	98,8 min	27 016 km/h
MEO	10 354 km	5 h 59 min	17 571 km/h
GEO	35 786 km	23 h 56 min	11 069 km/h

GEO Geostationary Earth Orbit  
MEO Medium Earth Orbit  
LEO Low Earth Orbit

## Geostationäre Satelliten

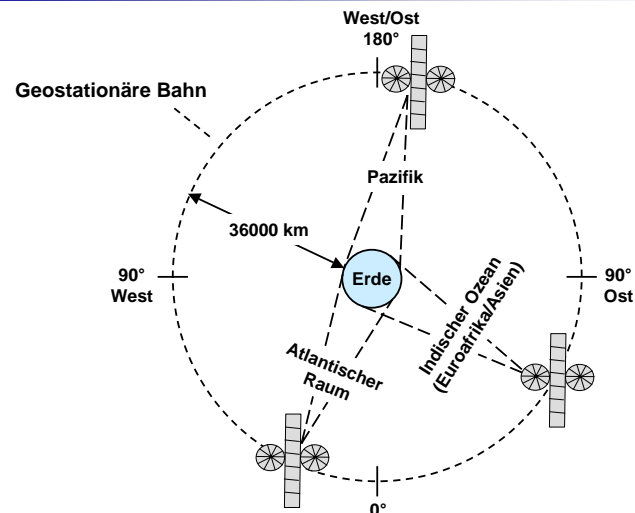


Ausleuchtung der Erde mit 3 Satelliten möglich

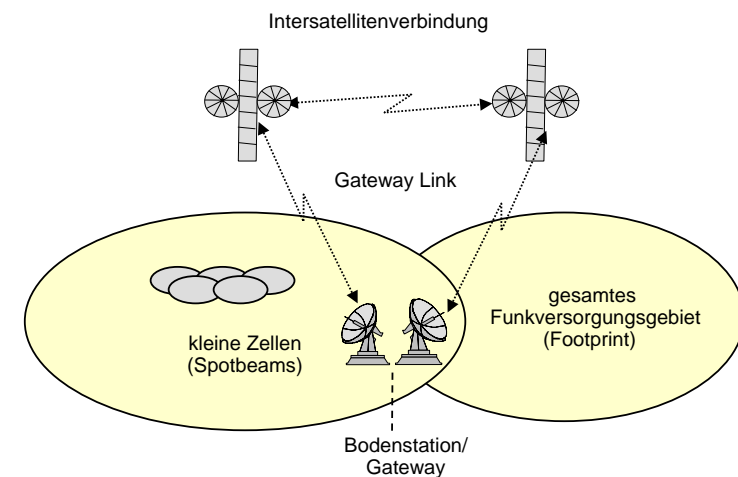
## Geostationäre Satelliten

- Orbit in 36.000 km Entfernung von Erdoberfläche in Äquatorebene
- Satellit synchron mit Erddrehung (Umlaufzeit: 1 Tag)
- feste Position der Antennen, kein Nachführen erforderlich
- Kurskorrektur der Satelliten erforderlich
- Ausleuchtung relativ großer Gebiete, Frequenzen schlecht wiederbenutzbar
- große Antennen und hohe Sendeleistungen erforderlich
- große und schwere Benutzergeräte
- lange Signallaufzeit: ca. 275 ms, Übertragungsfehler
- meist Rundfunk- und Fernsehsatelliten
- typisch:
  - ca. 20 Transponder pro Satellit, Bandbreiten pro Transponder: ca. 50 MHz
- Anwendung:
  - Ausstrahlung von Fernsehprogrammen
  - Unterstützung der Kommunikation über Ozeanen, dünn besiedelten Gebieten, ...

## Geostationäre Satelliten im INTELSAT-Netz



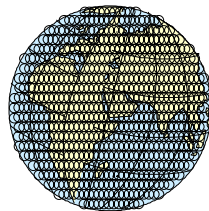
## Satellitensystem





## LEO-Satellitensysteme

- Orbit in 500 - 2000 km Höhe
- Sichtbarkeitsdauer eines Satelliten 10 - 40 Minuten
- relative Geschwindigkeit: wenige km/s
- erfordert Gesprächsübergabe (Handover)
- viele Satelliten für globale Funkversorgung nötig
- Laufzeit mit terrestrischen Weitverkehrsverbindungen vergleichbar: ca. 5 - 10 ms
- kleinere Benutzergeräte
- kleinere Ausleuchtungsgebiete
- bessere Frequenznutzung



Totale Funkversorgung

LEO Low Earth Orbit

## Mobilgeräte für LEO-Satellitenfunk



## MEO-Satellitensysteme

- Orbit in 5000 - 12000 km Höhe
- Vergleich mit LEO-Systemen:
  - Geschwindigkeit des Satelliten langsamer
  - weniger Satelliten benötigt
  - Verbindungen meist ohne Handover möglich
  - längere Signallaufzeiten, ca. 70 - 80 ms
  - höhere Sendeleistung nötig

MEO Medium Earth Orbit  
LEO Low Earth Orbit

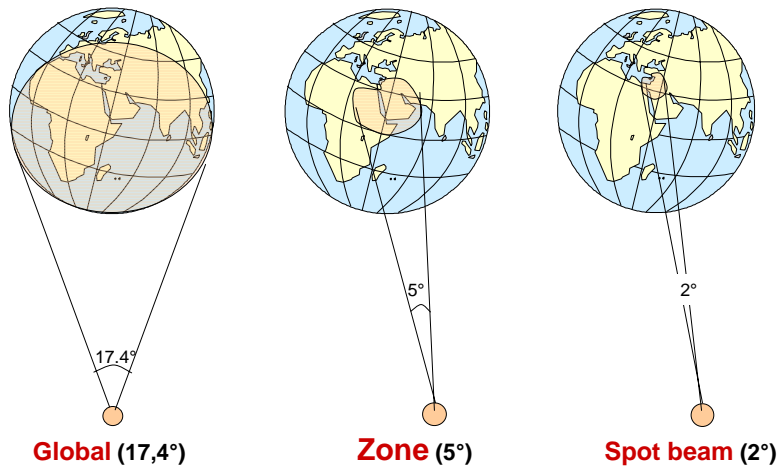
## Parameter für globale Funkversorgung

**Forderung:** zeitkontinuierliche und globale Funkversorgungsfläche  
**Frage:** Wie viele Satelliten sind notwendig ?

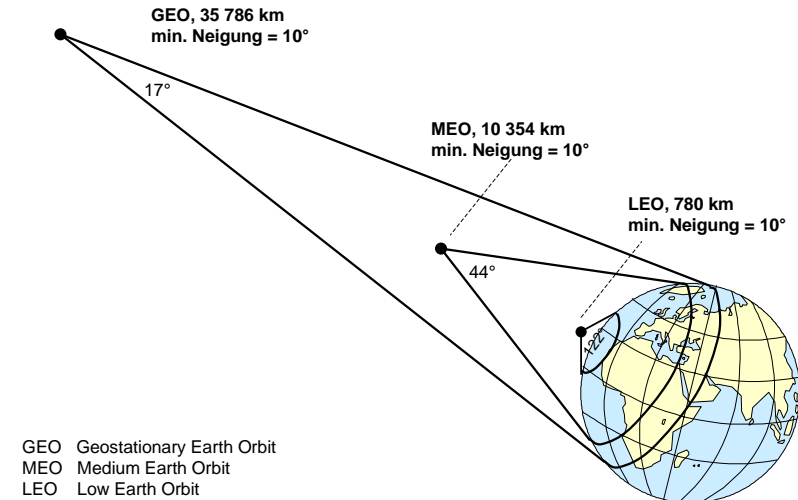
**Gesichtspunkten:**

<b>Orbithöhe</b>	GEO (Geostationary Orbit)	36.000 km
	MEO (Medium Earth Orbit)	10.000 km
	LEO (Low Earth Orbit)	700 - 2.000 km
<b>minimale Neigungswinkel (<math>\epsilon_{\min}</math>) typisch:</b>		GEO 5° LEO/MEO 10°
<b>Mehrfach-Funkversorgung (mehrfach sichtbar)</b>		Satelliten-Diversität mit Handover
<b>Anzahl Satelliten:</b>	GEO	3 - 4
	MEO	10 - 15
	LEO	> 40

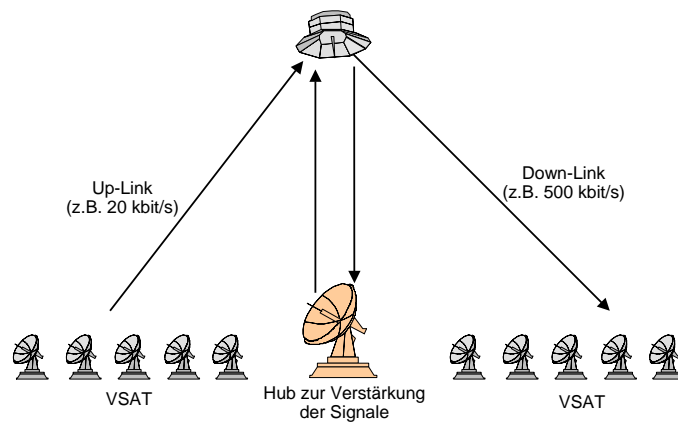
## Funkversorgungsfläche



## Funkversorgungsfläche

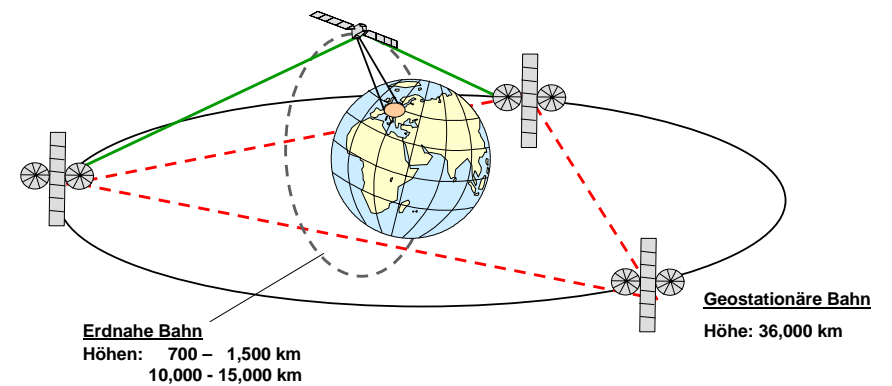


## VSAT- Satellitensysteme



VSAT: Very Small Aperture Terminals

## Kommunikation im Weltraum



Iridium	795 km	66 Satelliten	6 Orbits	Motorola	1998
Globalstar	1389 km	48 Satelliten	6 Orbits	Loral-Qualcomm	1998
Odyssey	10,335 km	12 Satelliten	3 Orbits	TRW	2000