

Praxis der Datenkommunikation
Modelle, Begriffe, Mechanismen

P. Holleczek

RRZE

19.10.16

peter.holleczek@fau.de



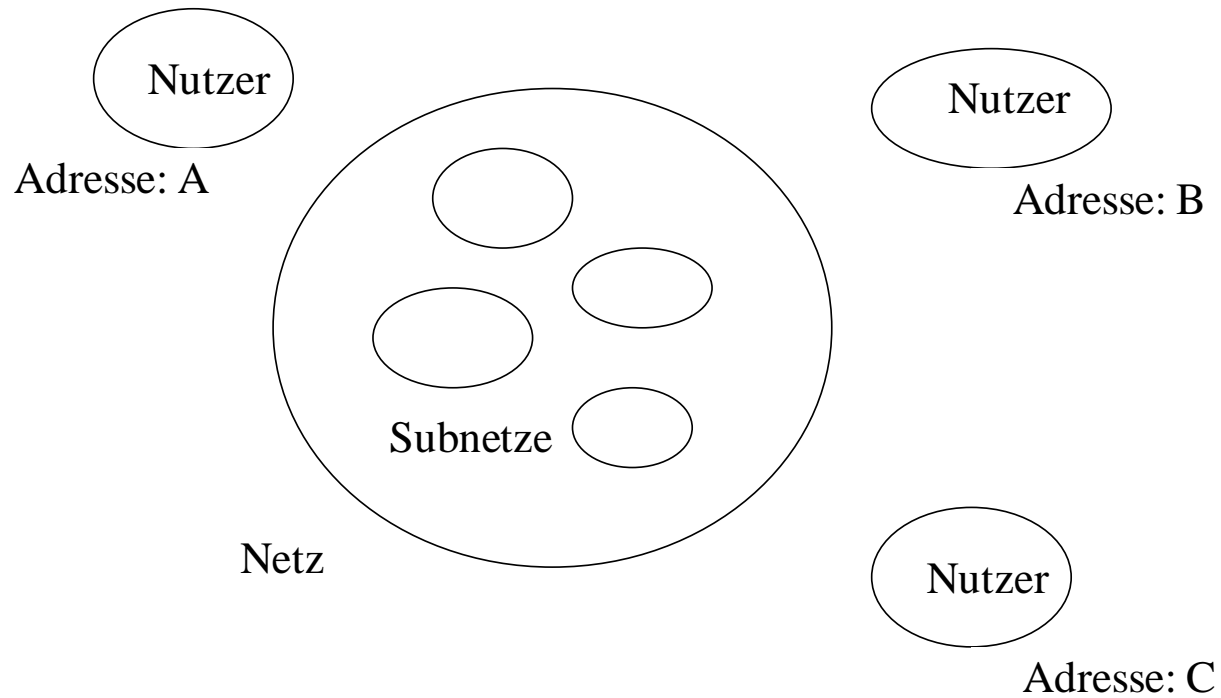
Gliederung

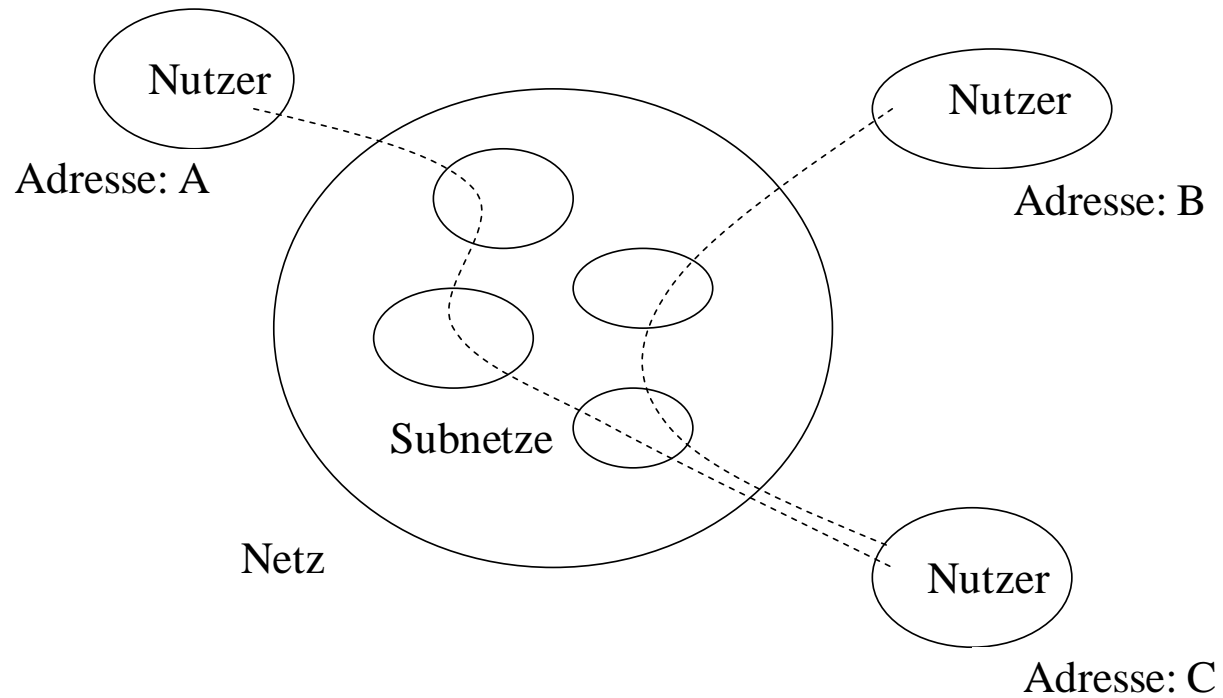
- **1. Modellbildung**
- **2. Standards**
- **3. die unteren Ebenen**
- **4. LANs und WANs**
- **5. der Markt der Netze**
- **6. Netz-Beispiele**

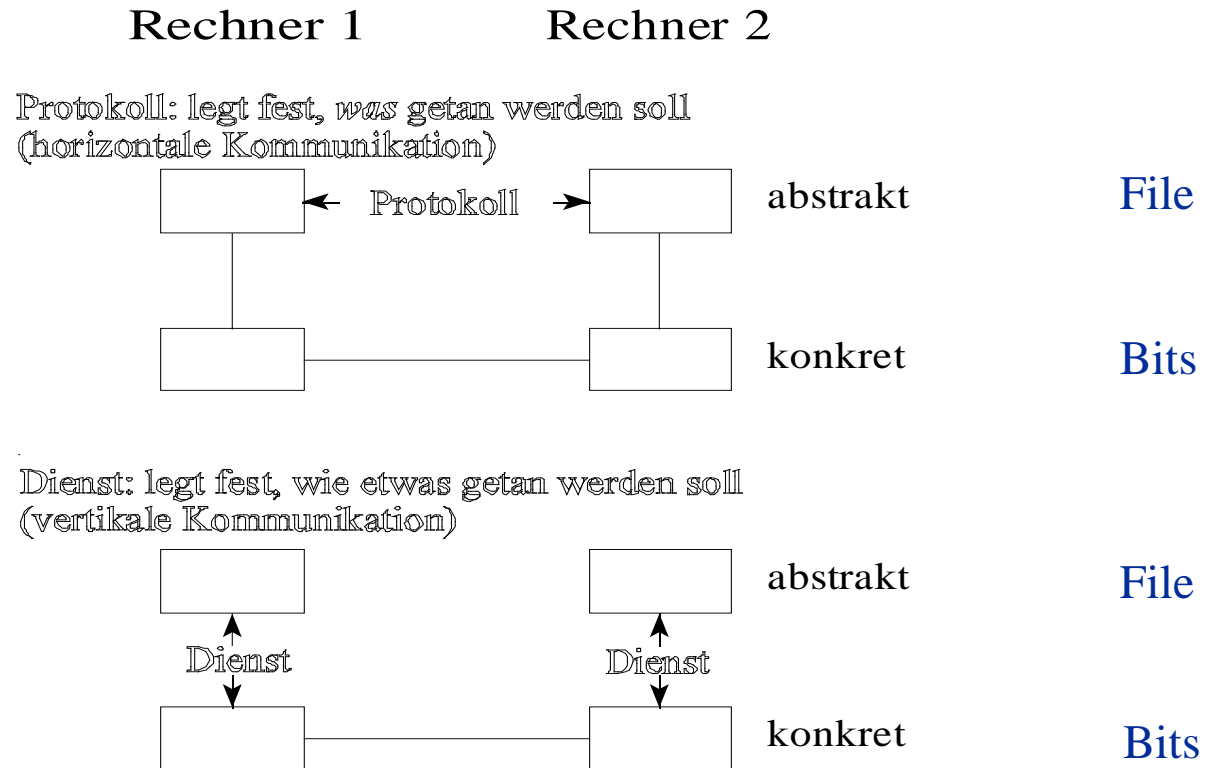


1. Modellbildung

- **Netz und Nutzer**
- **Protokoll und Dienst**
- **Schichten und PDUs**
- **Dienstqualität**

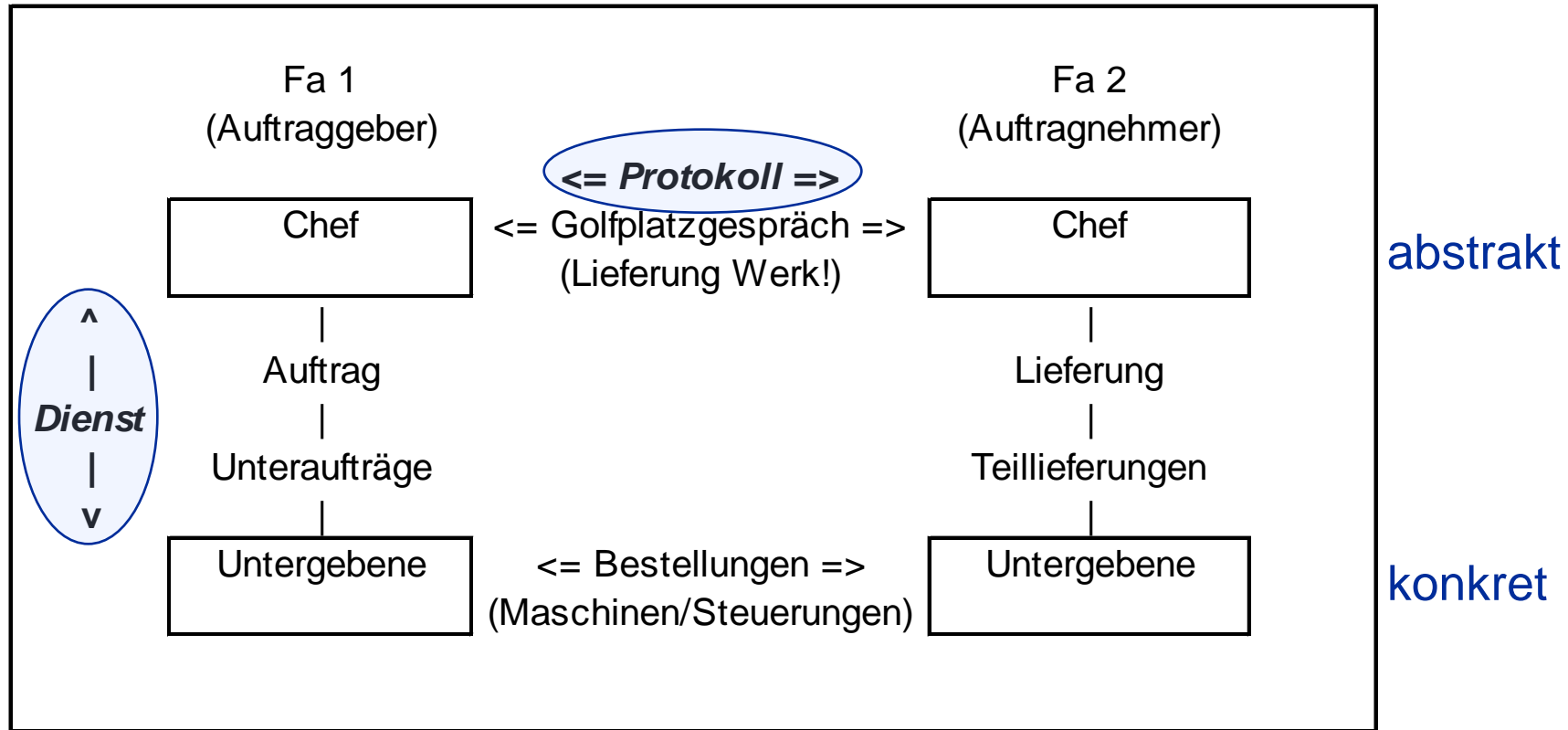




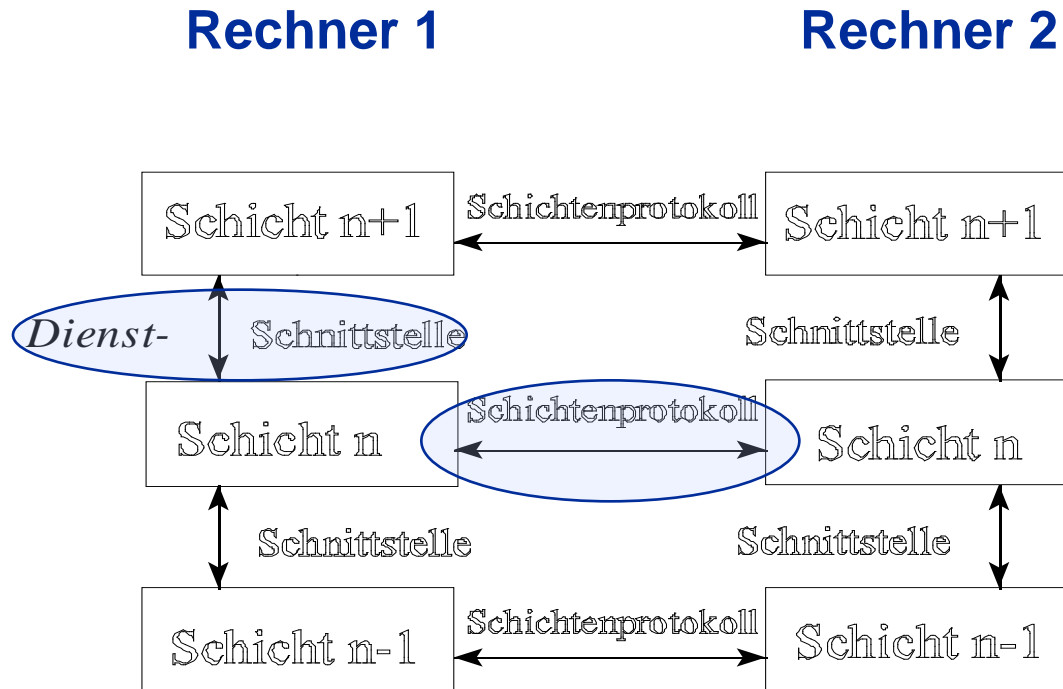


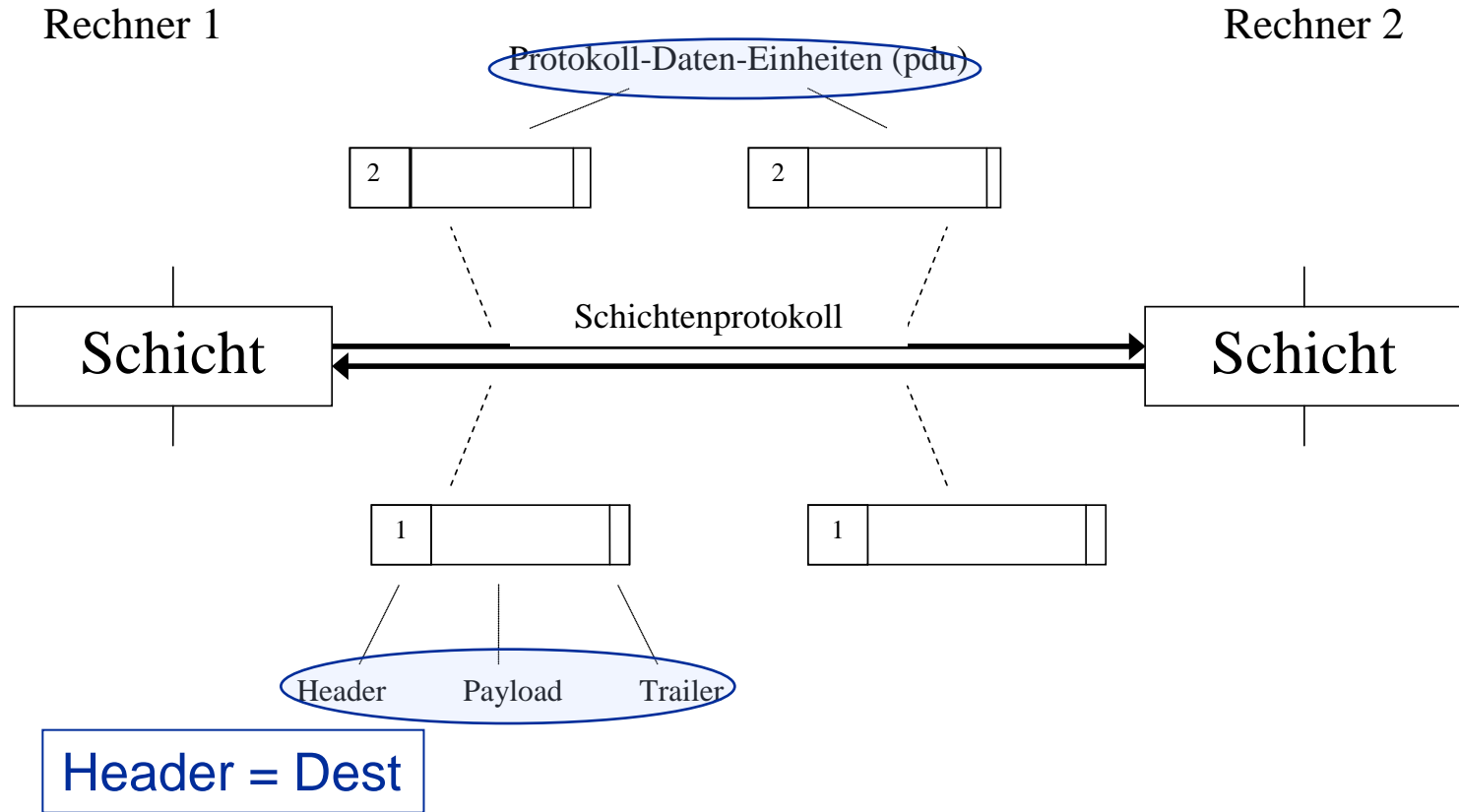


Beispiel aus dem Bereich der kommerziellen Welt: Lieferung eines Werks



Schichten-Modell



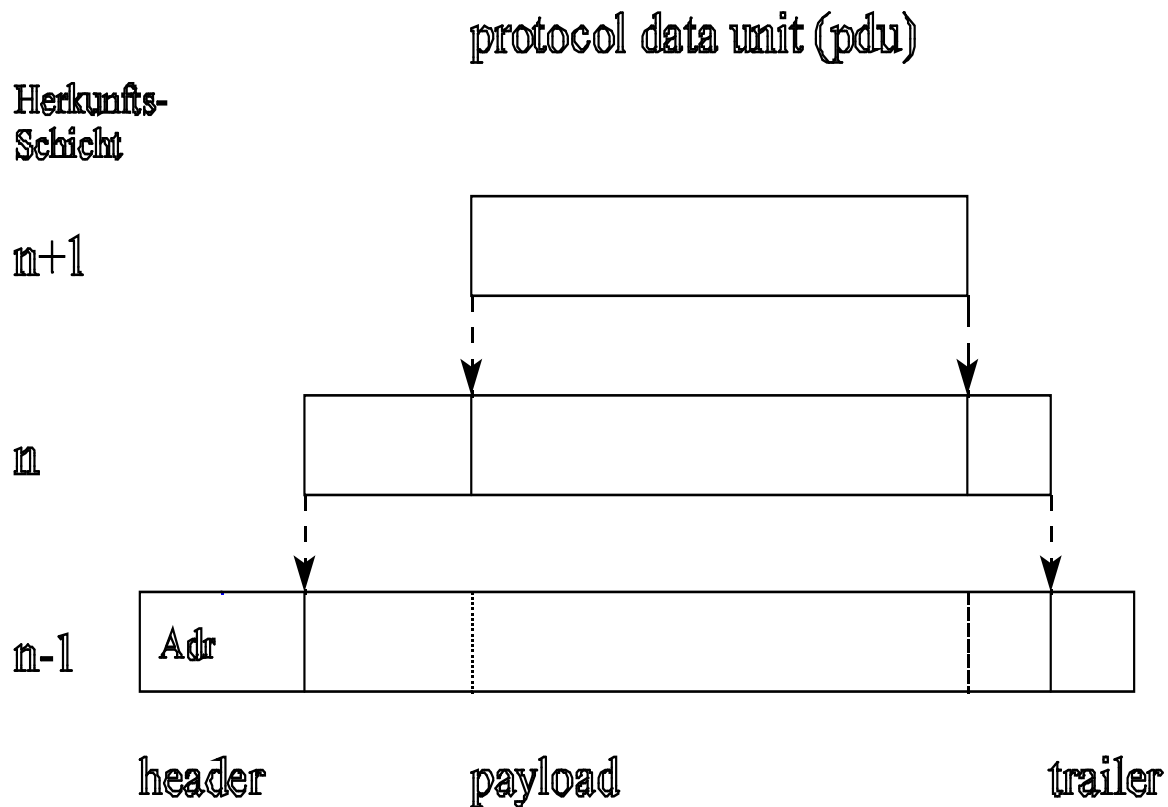


Schichten & Protokoll-Daten-Einheiten



Trivialbeispiel
oder

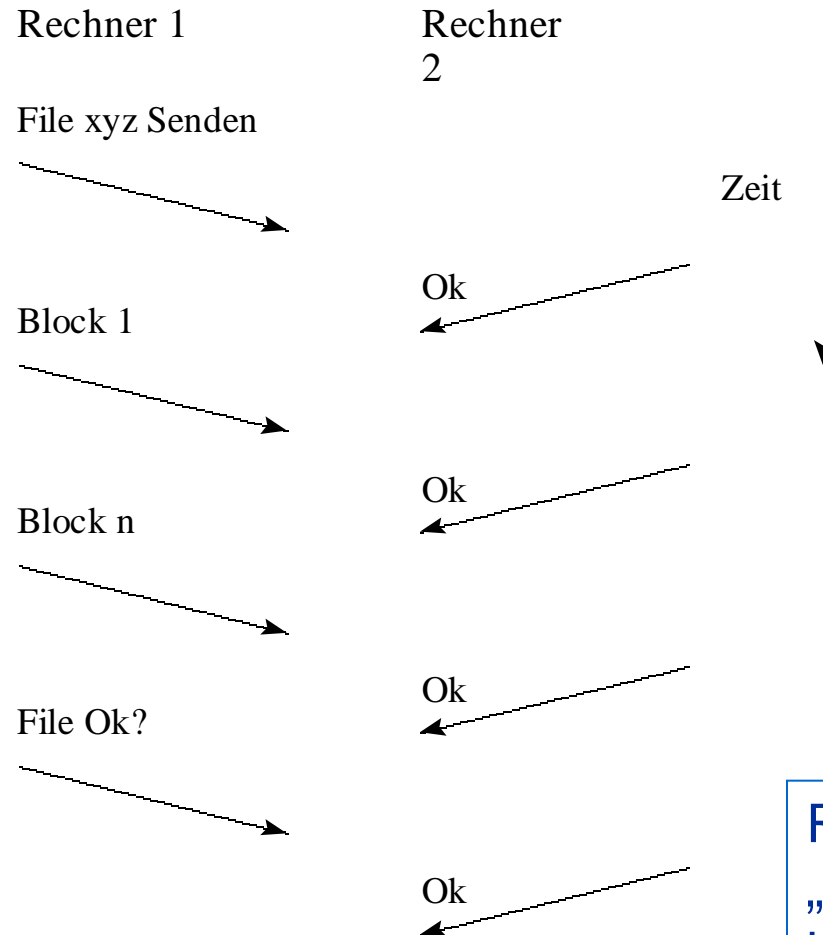
Schiff **mit** Containern **mit** Paletten
Lieferwagen **mit** Paketen **mit** Inhalt



Beispiel für einfaches Protokoll

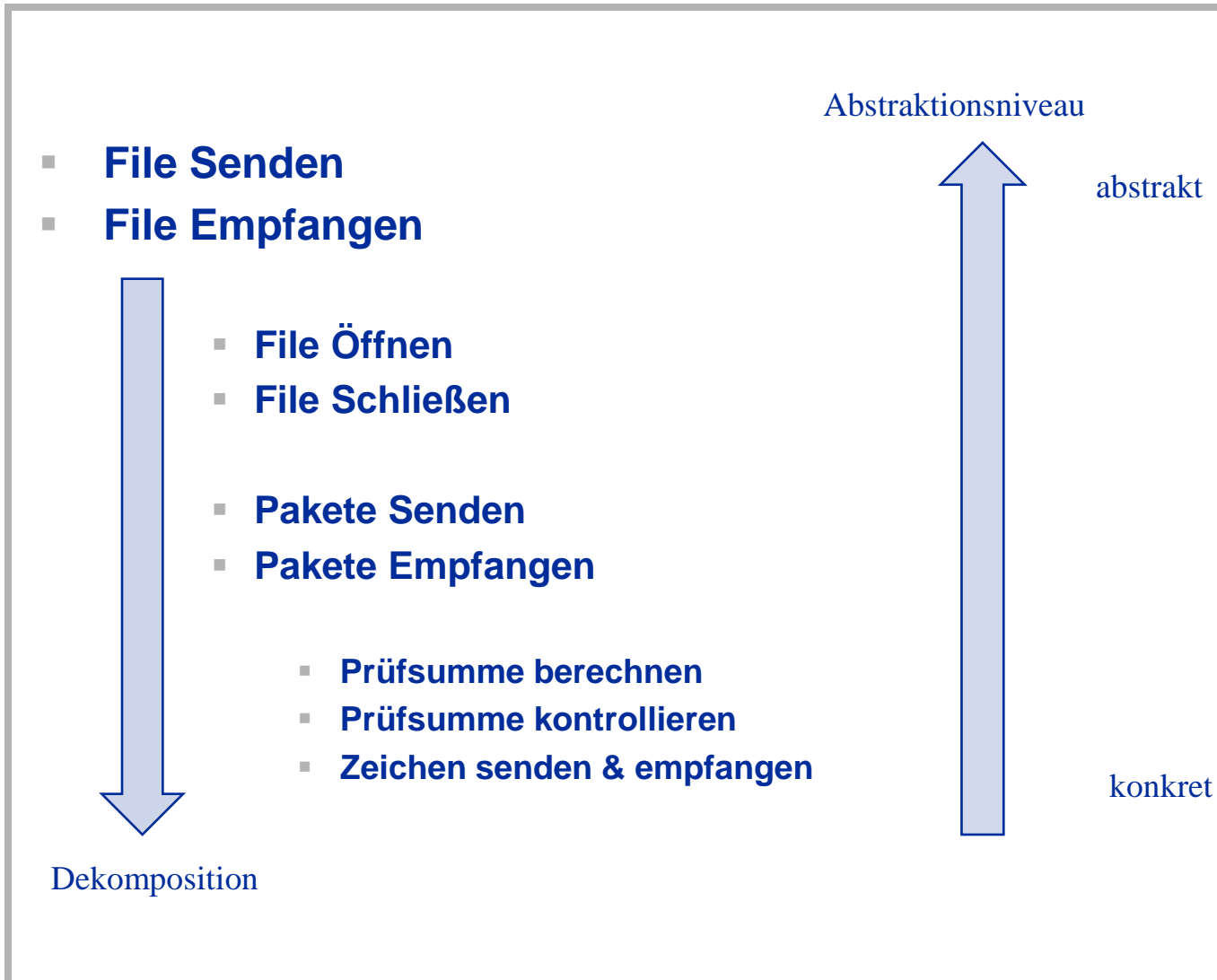


Ablauf:



Regel:
„Empfänger muß
jeden Block quittieren“

Beispiel für einfache Dienste





- **Werte-Maßstab**
 - **Absolut: zahlenmäßige Metrik (QoS: Quality of Service)**
 - **Relativ: „platinum“ > „gold“ > ... (CoS: Class of Service)**
- **Traditionelle Qualität: *höherer* Durchsatz**
 - **Ziel: je schneller, desto besser (z.B. Streaming, Web-Klick)**
 - **Möglichst hohe Werte für übertragene Bits ... Bytes / Zeit**
 - **Abhängig von Partnern, Anwendung und Netz**
 - **Meßwerte abhängig von Schicht (wg Header/Trailer-Overhead)**
- **Fortgeschrittene Qualität: *echteres* Zeitverhalten**
 - **Ziel: Zeitverhalten nicht stören (z.B. interaktives Video/Audio)**
 - **a) Verzögerung des Informationsflusses (Delay)**
 - **möglichst *gering***
 - **b) Streuung der Verzögerung / Gleichmäßigkeit (Jitter)**
 - **möglichst *gering***
 - **ideal: geringer Delay *und* geringer Jitter**



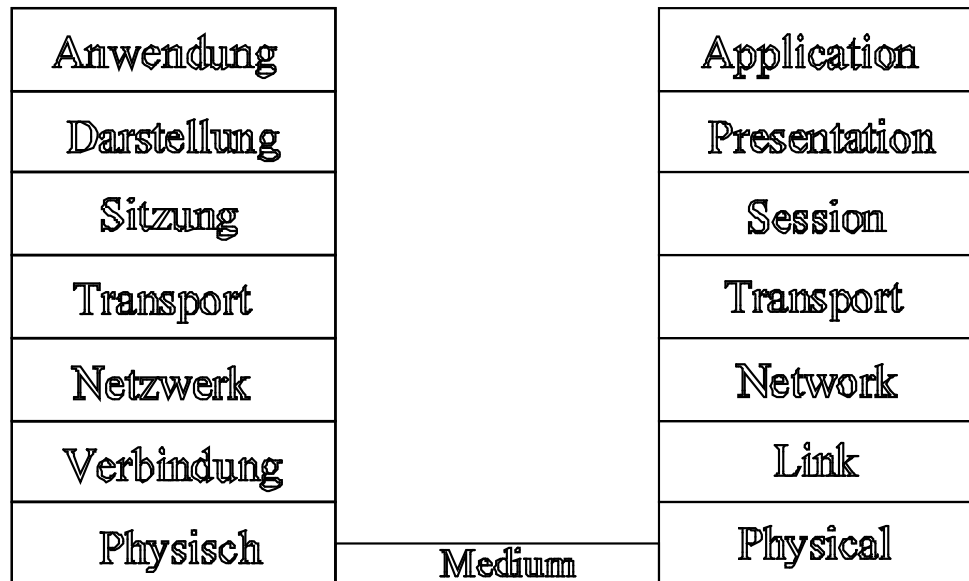
2. Standards

- **Referenz-Modell**
- **Bedeutung**



ISO-OSI Sieben Schichten-Modell

Open Systems Interconnection (ISO, 1979) Reference Model



Bedeutung der Schichten



	Ebene		Gegenstand	Einheit (pdu)
■	7	Anwendung	E-Mail Directory Filetransfer Terminal Transaktionen	
■	6	Darstellung	Code-Transformation	
■	5	Sitzung	Sicherungspunkte	
■	4	Transport	Ende-zu-Ende Verbindung	
■	3	Netzwerk	globales Netz	Pa[c]ket
■	2	Verbindung	Übertragungsabschnitt	Frame
■	1	Physisch	Übertragung	Bit








3. Merkmale der unteren Ebenen

- **Duplex-Modus**
- **Flußsteuerung**
- **Adressen**
- **Verbindungsart**

Duplex-Modus zwischen Partnern 1 und 2



- **[Simplex**
 - Nur einer kann senden
 - 1  2]
- **Halb-Duplex (hdx)**
 - Partner können nur abwechselnd senden
 - 1  2
 - 1  2
- **Voll-Duplex (fdx)**
 - Partner können gleichzeitig senden
 - 1  2
 - 1  2

Flußkontrolle zwischen Partnern 1 und 2



■ Problemstellung

- Partner bzw. Netz unterschiedlich leistungsfähig



■ Partner/Netz kann sich schützen, durch

- explizite Signalisierung (durch Schnittstellensignal), z.B.
 - Drucker gegen PC (z.B. durch ASCII-Zeichen „X-Off“)
 - Netz gegen Nutzer (z.B. durch „Traffic Policing“)
- Quittungs-Verhalten (Fenster-Mechanismus)

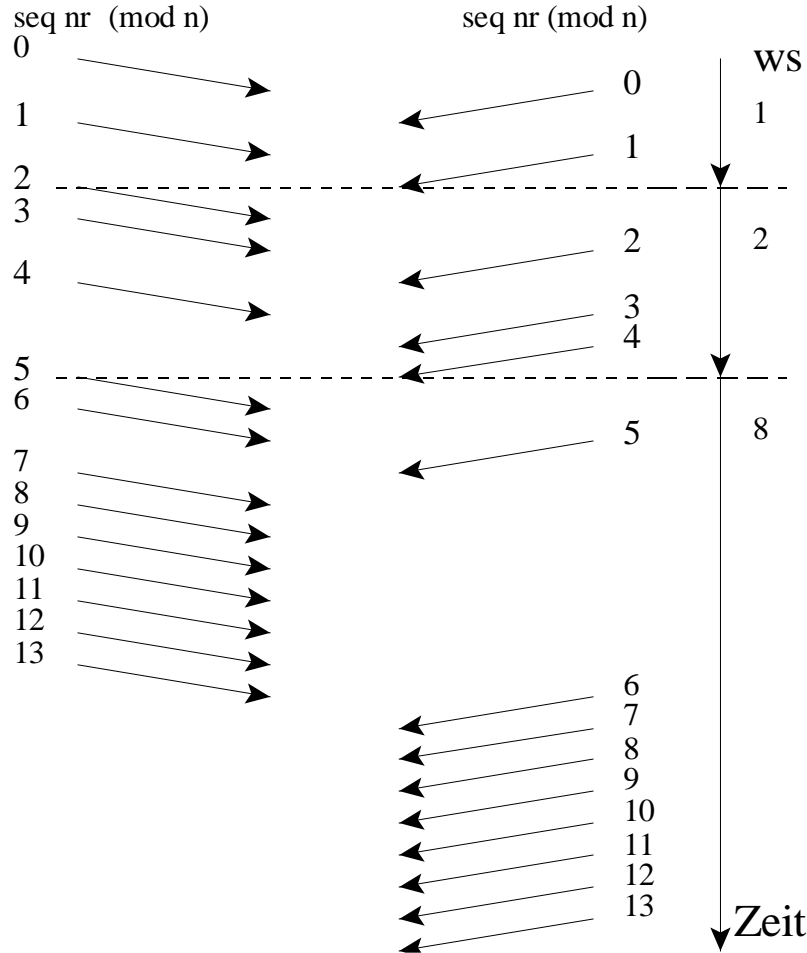
Fenster-Mechanismus



Ablauf:

Rechner 1

Rechner 2



n / WS : Fenstergröße/
Window Size

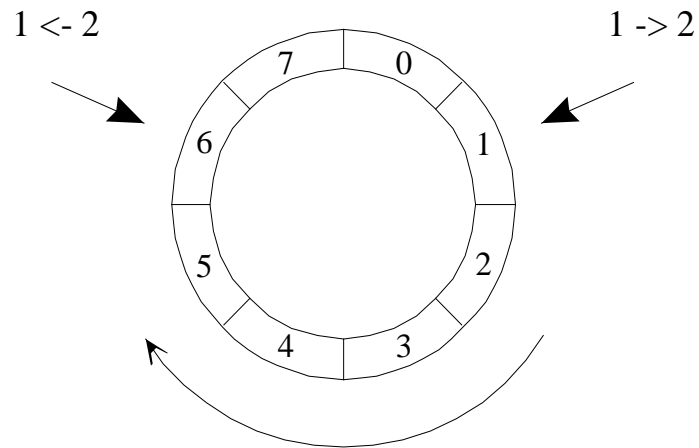
Regel:
„Empfänger muss nach
spätestens n Blöcken
quittieren“

Fenster-Mechanismus



Zählweise: mod (8)

Fenstergröße: WS=



Regel:

Zähler: unabhängig,
dürfen sich nicht überholen,
Abstand = WS

Beispiel Fenstermechanism

Zähler	1 <- 2	1 -> 2
	6	1
	7	
	0	
		2
	1	
		3
		4
		5



Fenster-Größe

- **Fenstergröße (Window Size)**
- **Bedeutung**
 - **Maximalzahl ausstehender Quittungen**
- **Wert**
 - **wird zwischen Partnern ausgehandelt**
 - **fest**
(z.B. 8 bzw. 128, bei HDLC vereinbart im Verbindungsaufbau)
 - **dynamisch**
(z.B. bei TCP, „sliding window“ / „slow start“)



Adressen

- offensichtlich nötig bei mehr als zwei Partnern ...

Ebene				
Nr	Bezeichnung	pdu-Typ	Gültigkeit der Adresse	Beispiel
3	Netzwerk	Packet	i.d.R. weltweit	IP-Adresse
2	Verbindung	Frame	i.d.R. lokal	MAC-Adresse



Verbindungsart

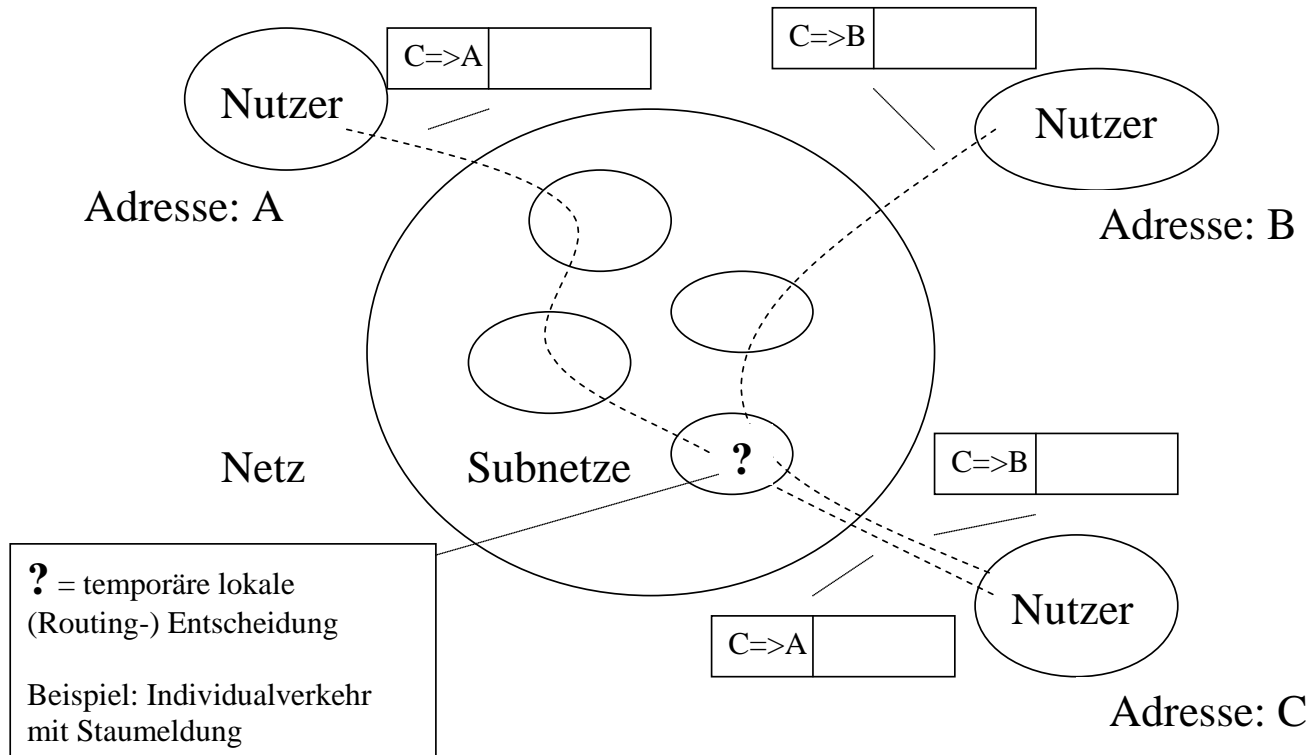
- **verbindungslos**
 - Datenpakete (mit Adreßinformation) bewegen sich selbständig im Netz als Datagramme.
 - Die Wegewahl aufgrund der Adreßinformation ist eine temporäre örtliche („Routing“-)Entscheidung.
 - Trivial-Beispiel: Individual-Verkehr mit Wegweisern bzw. Verkehrsinformationen
 - Netz-Beispiel: IP, UDP
- **verbindungsorientiert**
 - Datenpakete werden über vorab definierte Wege (virtuelle Kanäle: VCs) geführt.
 - VCs können für einen Vorgang (switched: SVCs) oder auf Dauer (permanent: PVCs) geschaltet werden.
 - Trivial-Beispiel: Öffentlicher Schienenverkehr mit Fahrplan
 - Netz-Beispiel: ATM, HDLC, X.25, TCP
- „Art“ kann auf verschiedenen Ebenen unterschiedlich sein

Datagramme und Adressen



von **C** nach **A** bzw. **B**
mit Datagrammen

Header=Src/Dest

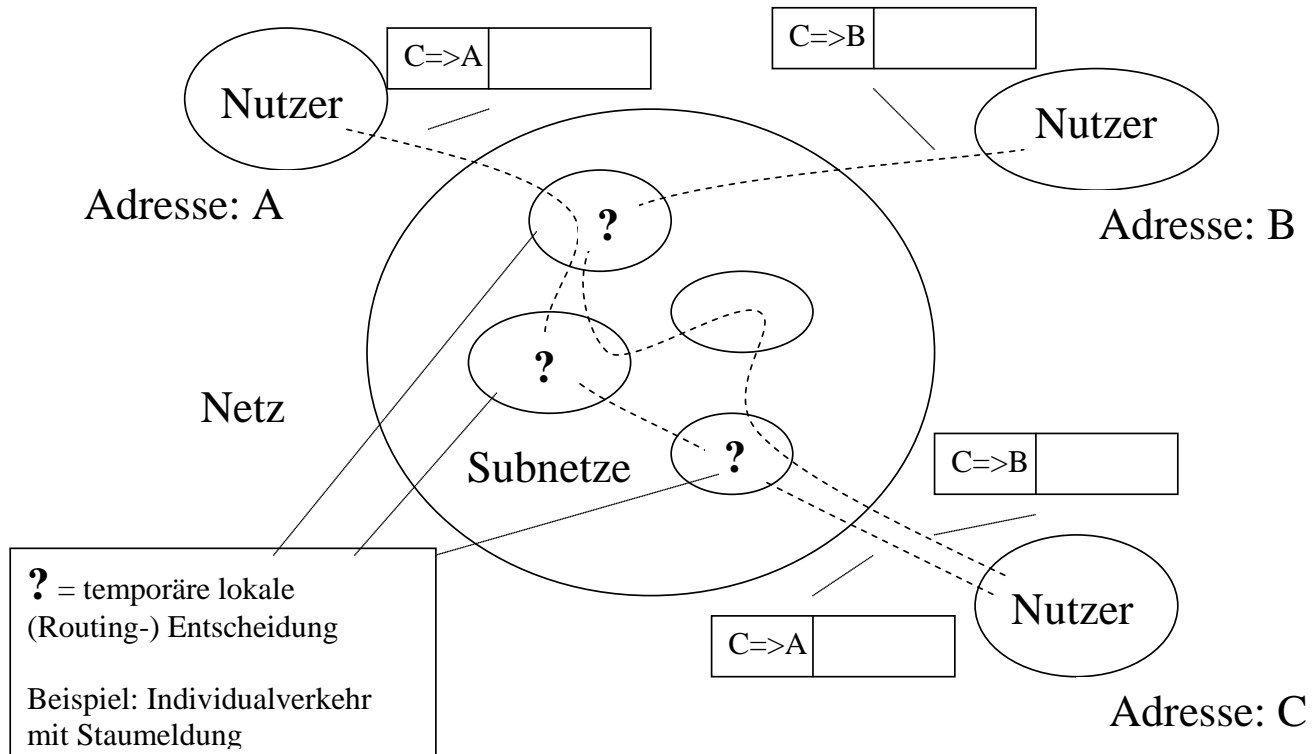


Datagramme und Adressen



von **C** nach **A** bzw. **B**
mit Datagrammen

Header=Src/Dest

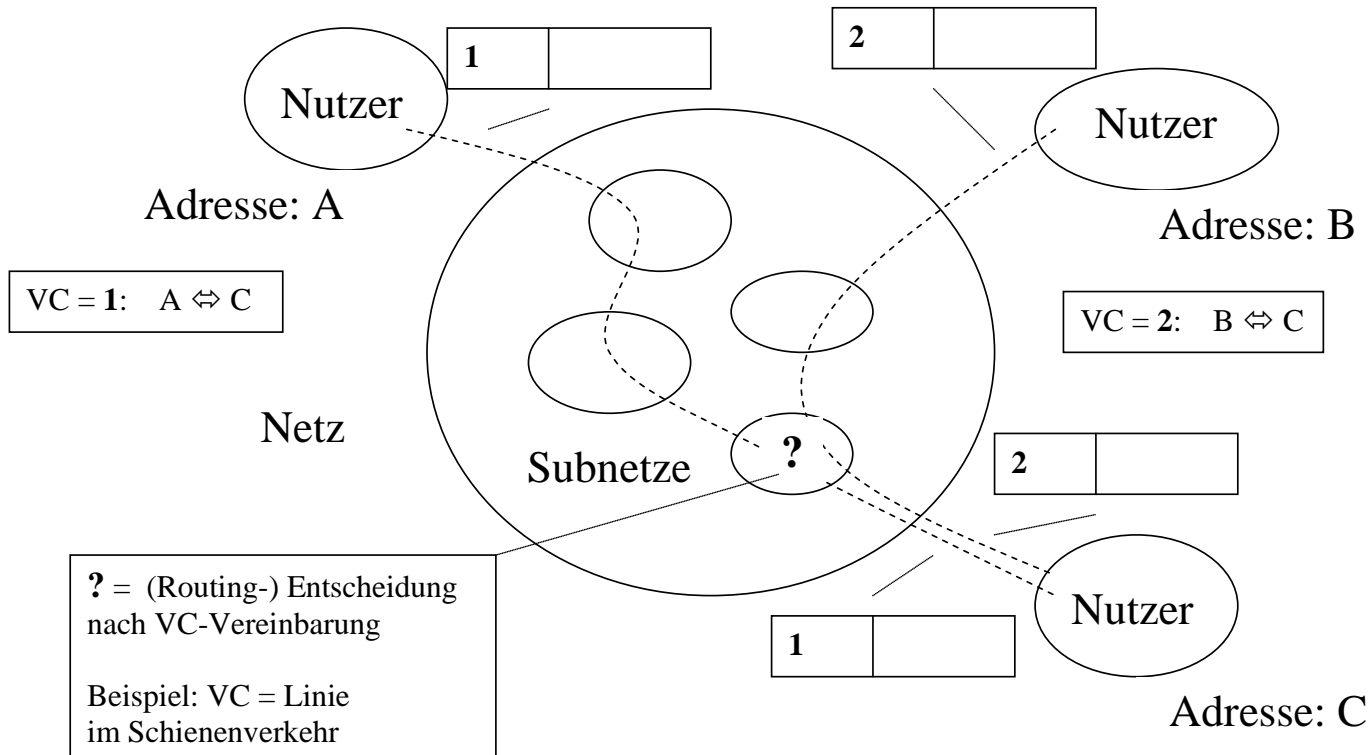


Virtuelle Kanäle



von **C** nach **A** bzw. **B**
via VC 1 bzw. 2

Header=VC





synonym

- **Nutzer – Rechner – Partner – Endgerät**



4. LANs und WANs

- **LAN = Local Area Network**
- **WAN = Wide Area Network**

- **unterschiedliche Herkunft / Protagonisten**
 - **WAN: Telefongesellschaften**
 - **LAN: Computerhersteller**

- **Definition?**
- **Merkmale**

- **Unterschiede verschwimmen ...**

- **Heute: jeder will nutzen/verdienen, aber investieren?**



- **Zweck**
 - Teilung von Betriebsmitteln zwischen mehreren Rechnern
- **Historische Definition**
 - "Unter Lokalen Netzen werden spezielle Kommunikationsnetze verstanden, welche durch eine eng begrenzte räumliche Ausdehnung, ein gemeinsames breitbandiges Übertragungsnetz sowie eine dezentrale Steuerung gekennzeichnet sind."
 - (Ghir, Telematik-Kongress, Stuttgart, 80er Jahre)
- **Heutige Position**
 - **Klassische Stoßrichtung**
 - Deregulierung mittels Bandbreiten-Überangebot (Over-Provisioning) - im Vergleich zu früheren WANs
 - **Aktuelle Problematik**
 - Abbildung von Gruppenwünschen auf eine Infrastruktur
 - Gewährleisten der Sicherheitsanforderungen
 - Mühevolle (Wiedereinführung der) Regulierung



	WAN			Access	LAN		
	Ende '80	Ende '90	Anf '10	Anf '10	Ende '80	Ende '90	Anf '10
Bitfehlerrate	typ 10^{-6}	typ 10^{-11}			typ 10^{-12}		
Ausdehnung	unbegrenzt				typ 200m		
Bandbreite (bps)	typ 64k	155M - 2,4G	40 - 100G	typ 10G	10M	100M - 1G	1 - 10G
Multicast *)	nein	ja (ATM)			ja		
Broadcast **)	nein				ja		
*) Multicast							
Botschaft an Gruppe							
Rechner muß auf MC-Adresse hören							
*) Broadcast							
Botschaft an "alle"							



5. Markt der Netze & Protokolle

- **Historische Protokollfamilien**
- **Tendenz Protokollfamilien**
- **TCP/IP im Schichtenmodell**



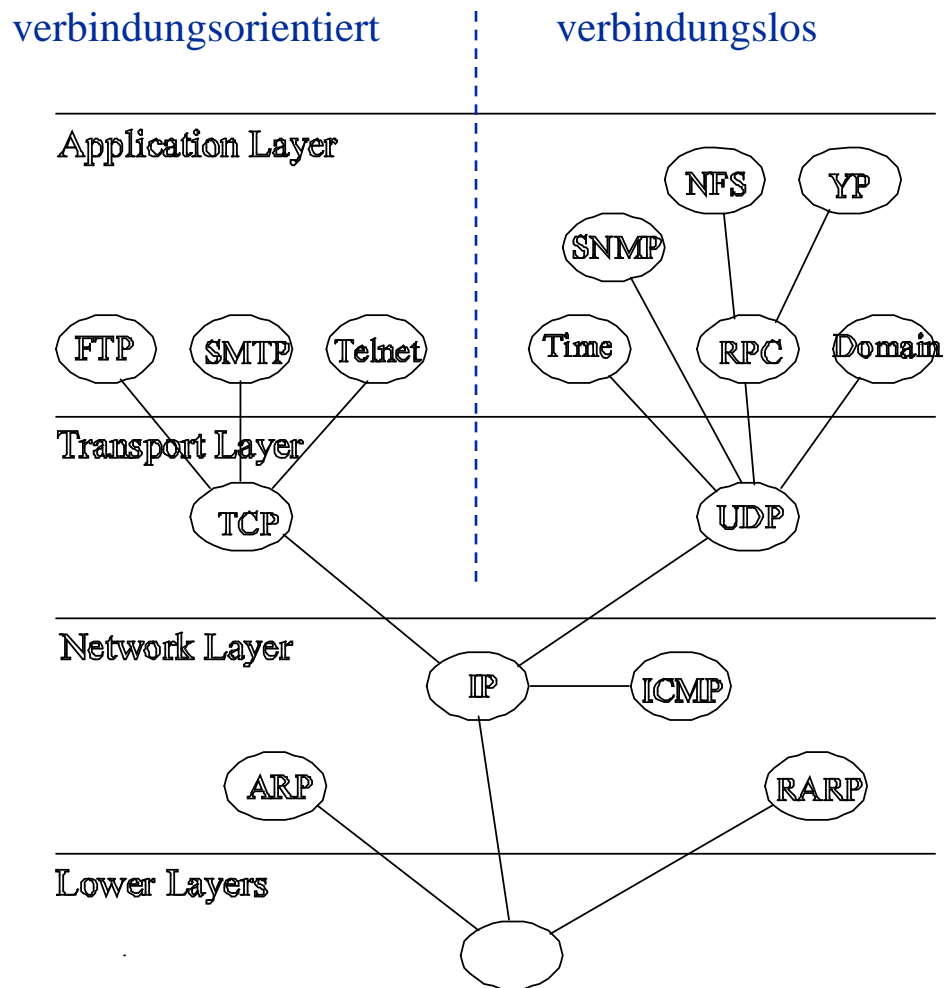
Bezeichnung	Herkunft	Bemerkung
SNA	IBM	Mainframe / proprietär ...
DECNet	digital	proprietär / ISO / TCP-IP
Apple-Talk	Apple	proprietär / Drucker-Betrieb
SPX/IPX	Novell	LAN-orientiert
TCP/IP	US-DoD	mit UNIX groß geworden

Tendenz der neutralen Protokollfamilien



	(ISO-)Ebene		US DoD	ISO/CCITT/ITU	Novell	"gestern"	heute	künftig
7	E-Mail		SMTP	X.400 X.500 FTAM VT TP (Transact Prot)	Novell	SMTP X.500/LDAP FTP Telnet	SMTP LDAP FTP Telnet	
	Directory							
	Filetransfer							
	Terminal							
	Transaktion							
					File-Service	IRC SNMP News NFS (Sun) WWW (CERN)	SNMP WWW	
6	(Darstellung)		TCP/UDP	...	SPX	TCP/UDP	TCP/UDP	
5	(Sitzung)			...				
4	Transport			TP (Transport Prot)				
3	globales Netz	WAN	IP	X.25	IPX	IPv4	IPv4/6	IPv6
		LAN	IP	X.25 (CONS, CNLS)				
2	Übertragungsabschnitt	WAN LAN	HDLC MAC	HDLC MAC		ATM Ether	Ether	Ether
1	Übertragung	WAN LAN	Telephon	SDH/PDH "Thick"/"Thin"		FO TP/FO	FO/WDM TP/FO/WDM	FO / WDM TP/FO/WDM
						IRC	Internet Relay Chat	
						NFS	Network File System	
						TCP	Transmission Control Protocol	
						UDP	User Datagram Protocol	
						IP	Internet Protocol	
						Ether	Ethernet	
						ATM	Asynchronous Transfer Mode	
						FO	Fibre Optics	
						TP	Twisted Pair	
						WDM	Wave Division Multiplexing	

TCP/IP-Protokollbaum im Schichtenmodell

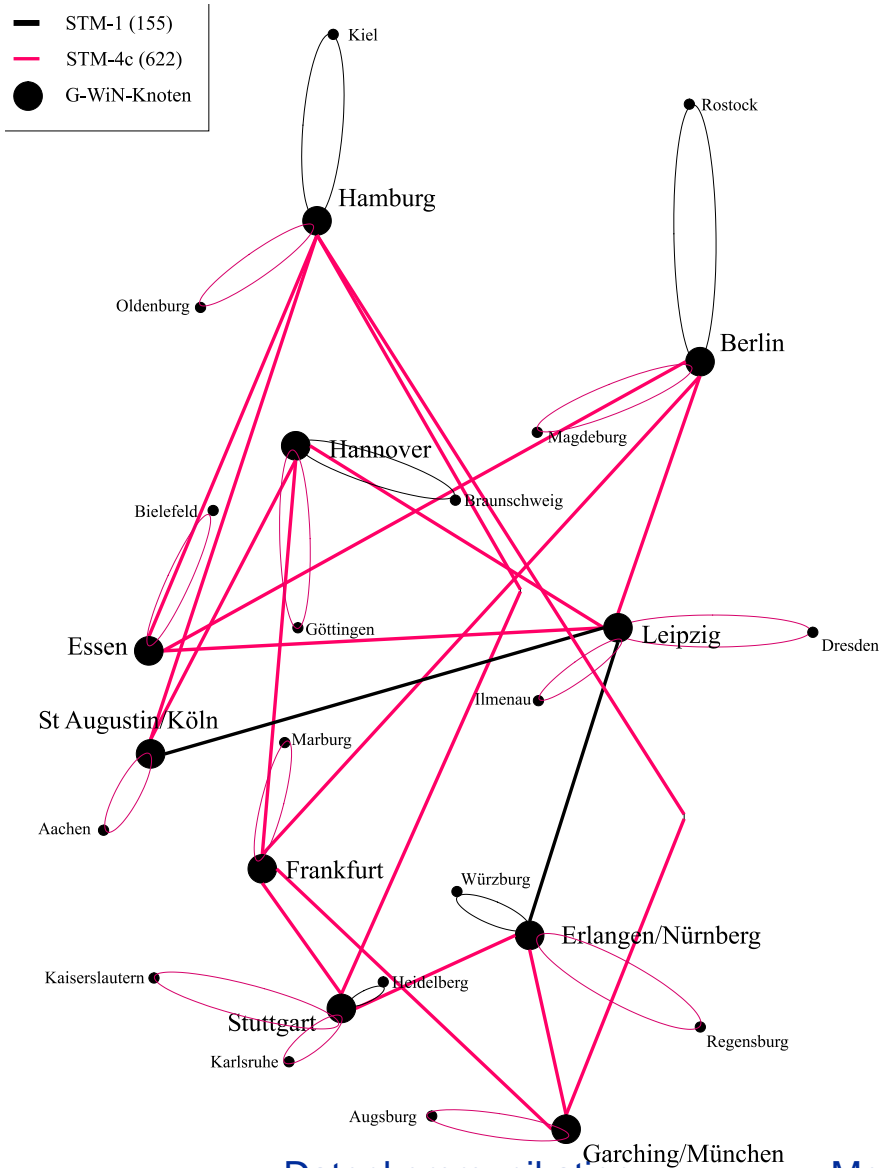




6. Beispiele

- **WANs**
- **(LANs: s. Beitrag über Netz der FAU)**

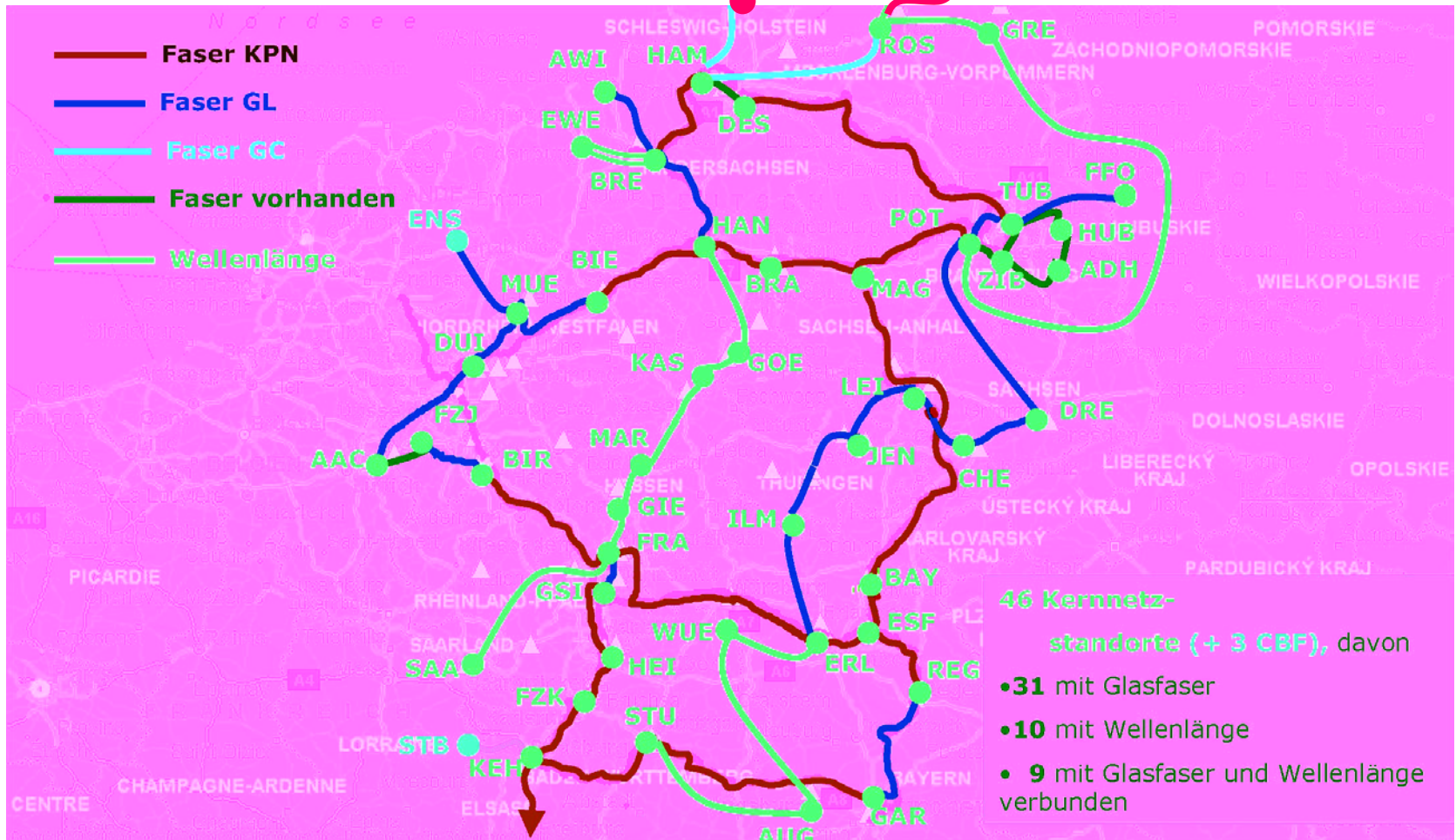
G-WiN, späte 90er Jahre (Provider: T)



X-WiN (Provider: Gasprom, KPN Eurorings)



X-WiN-Topologie (Fasern und Wellenlängen)

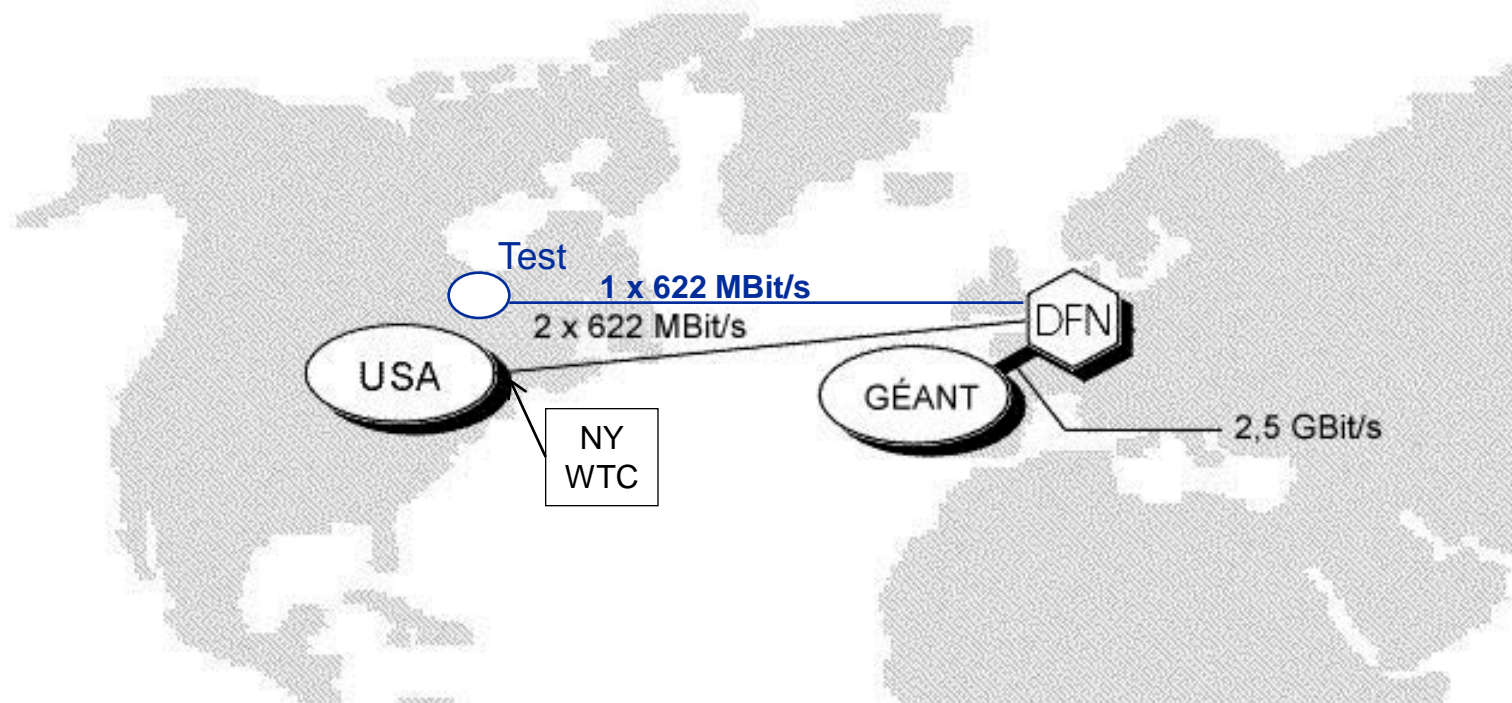


G-WiN

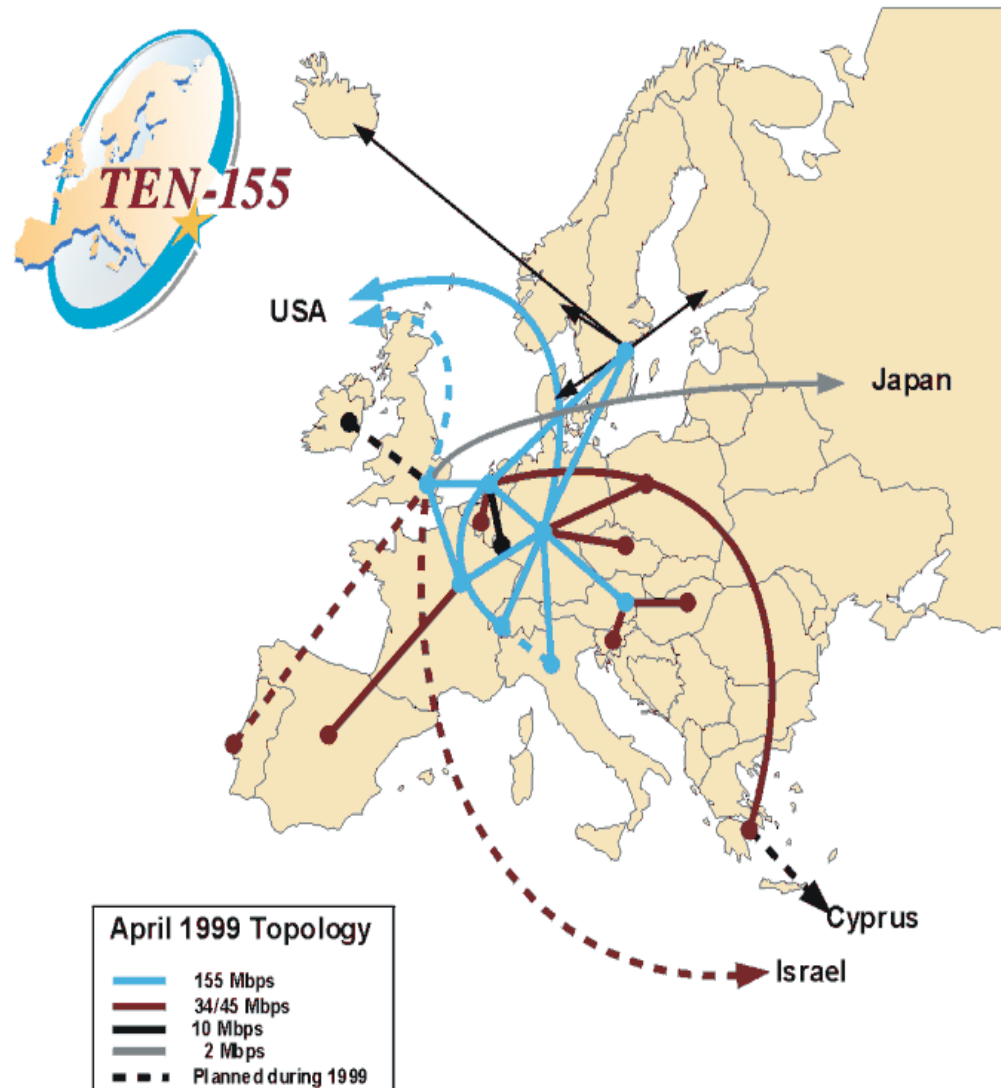
internationale Anbindung

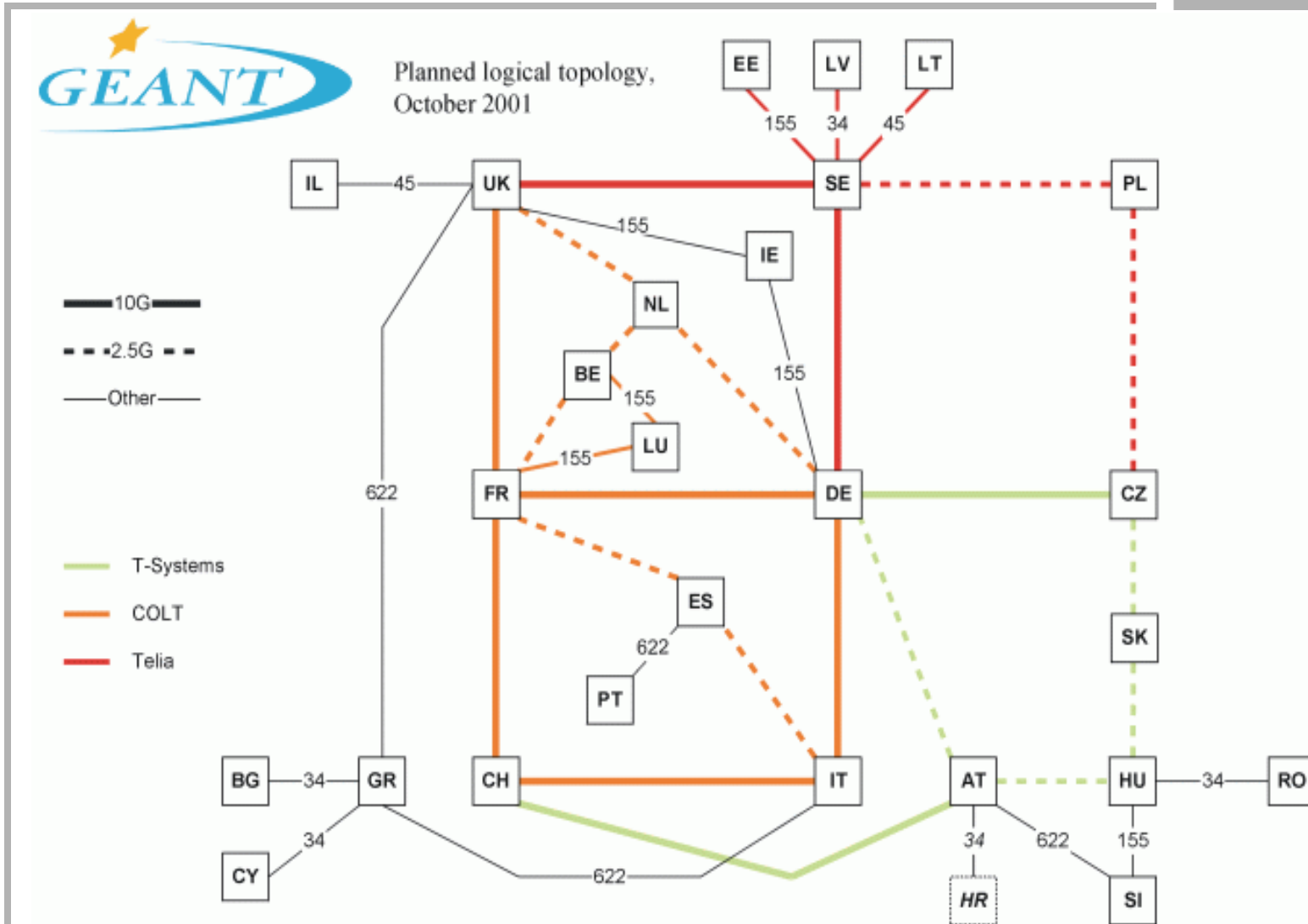


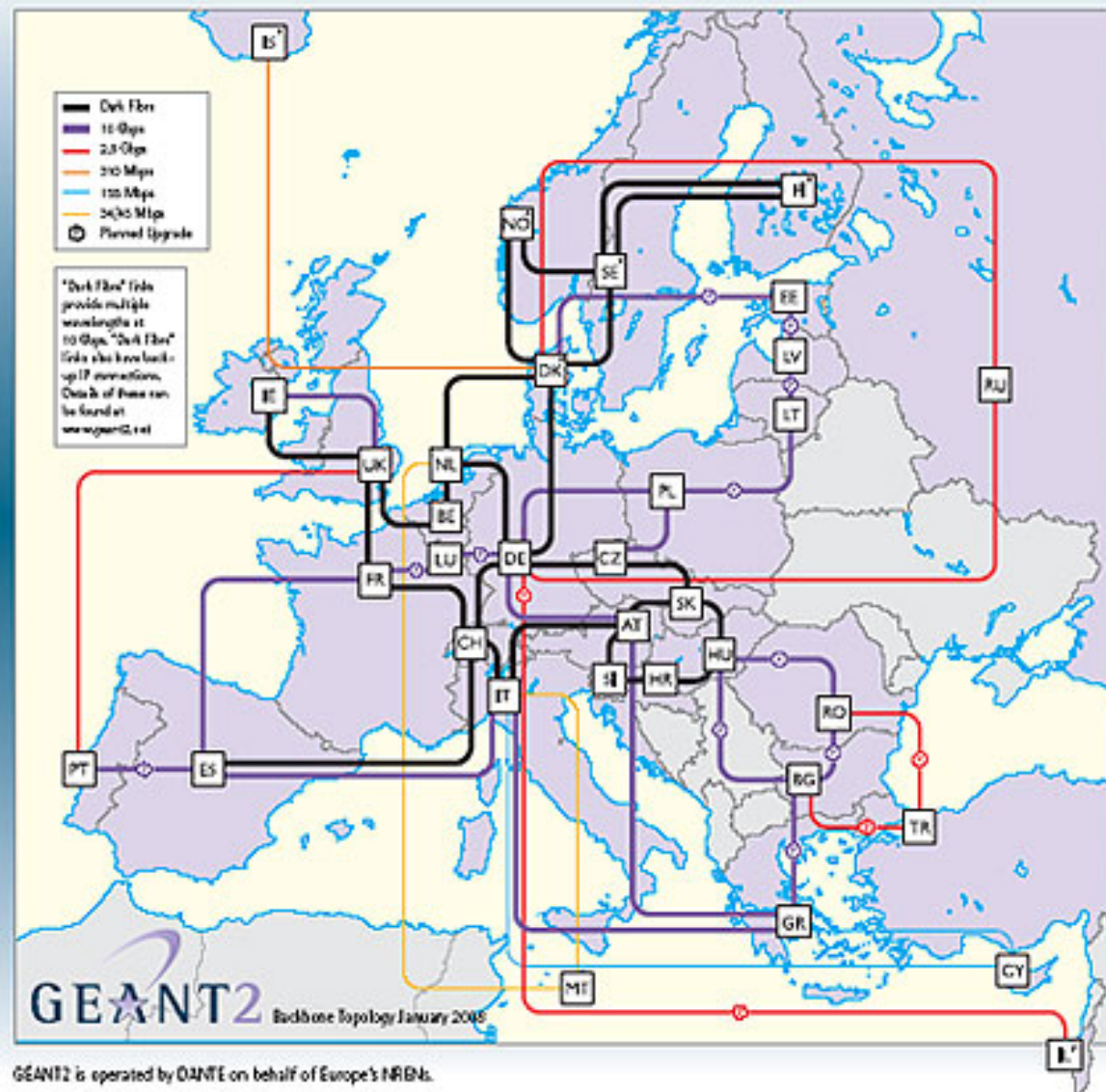
historisch (September 2001)



DANTE TEN-155

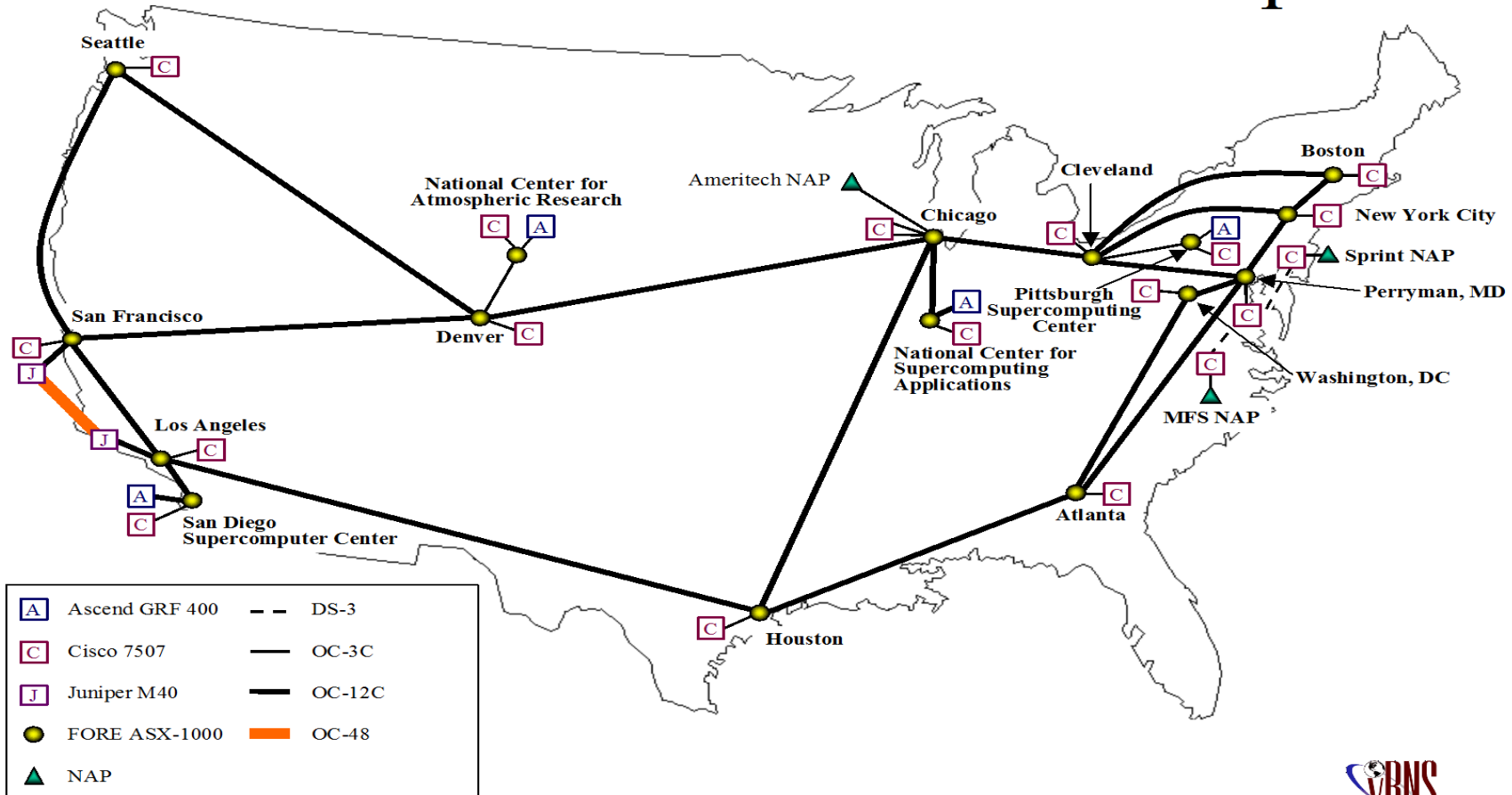








vBNS Backbone Network Map



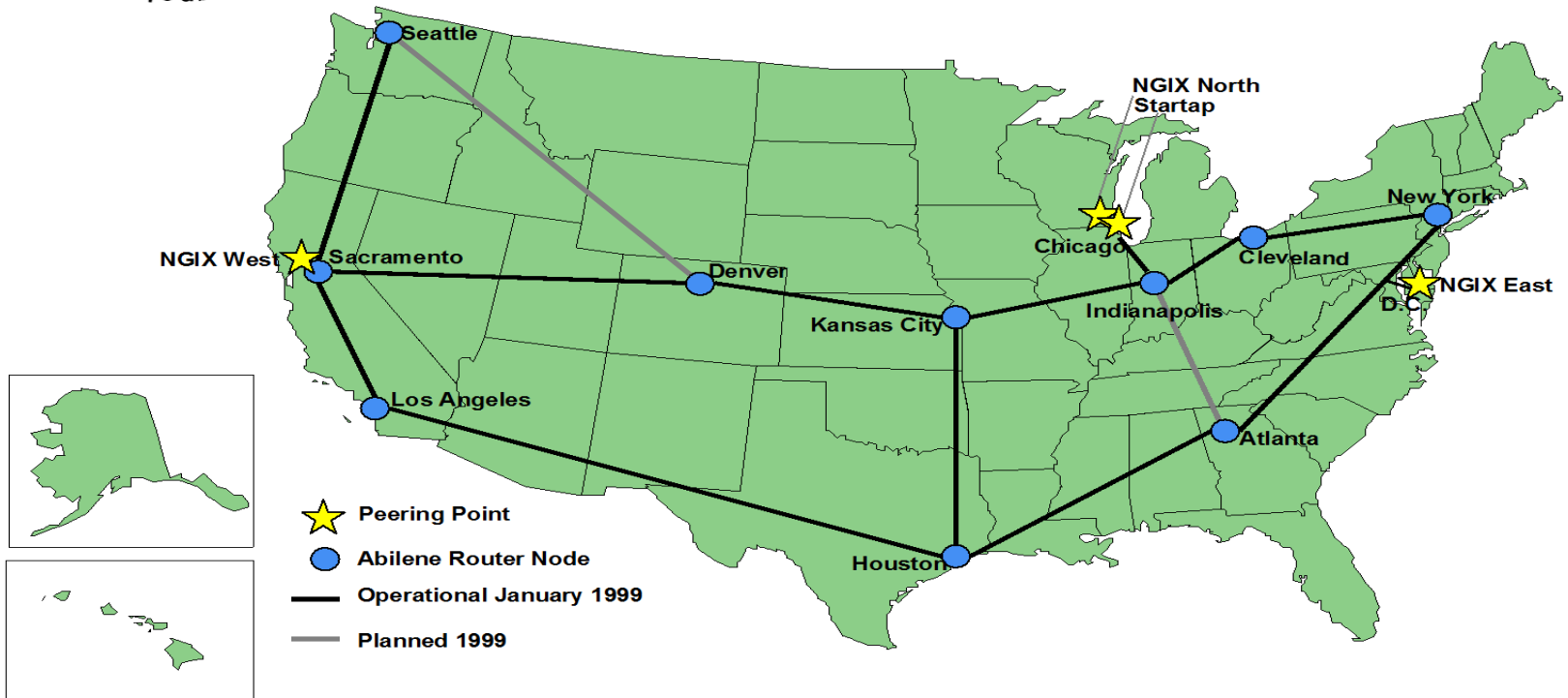
© 1999 MCIWORLD.COM





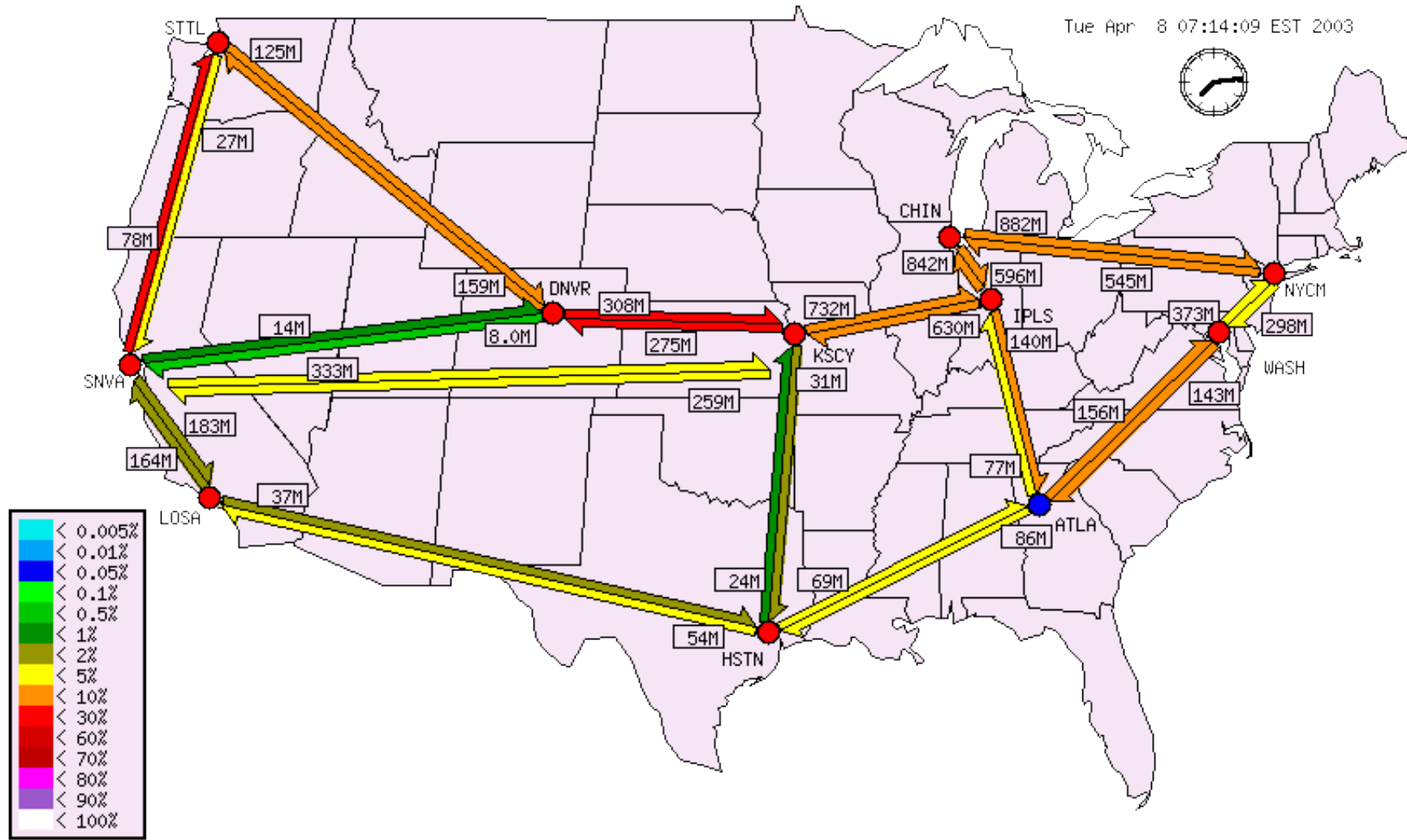
Abilene Network

February 1999





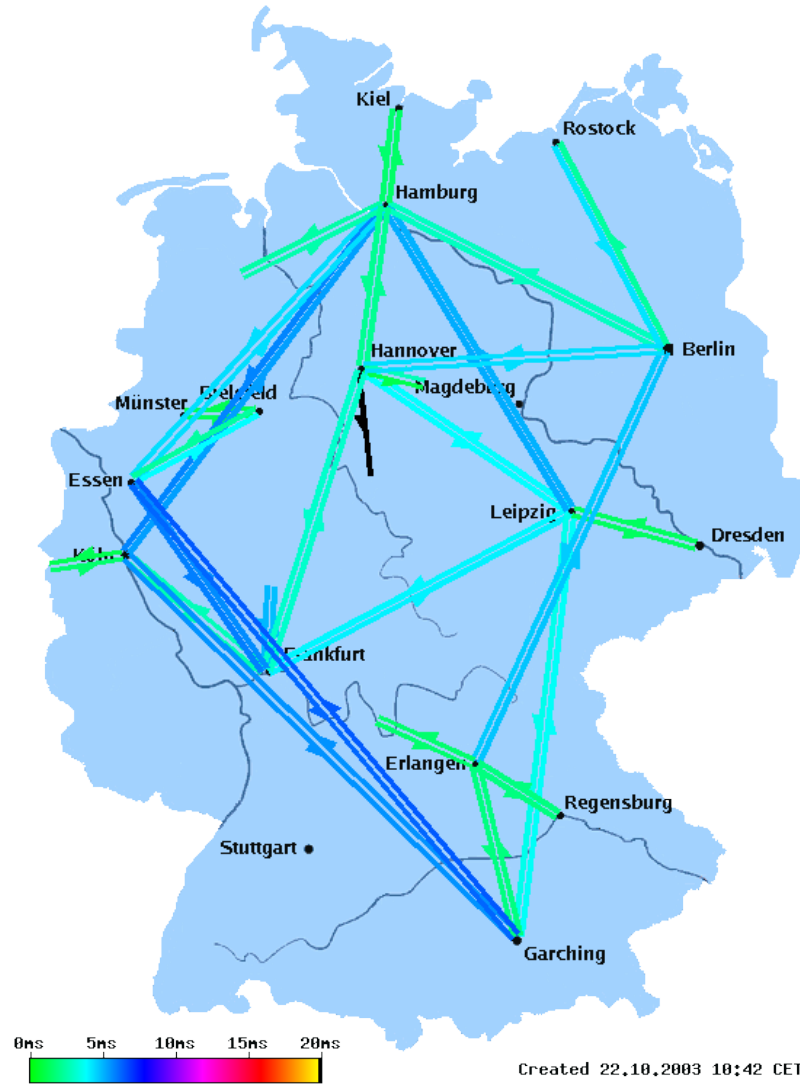
Tue Apr 8 07:14:09 EST 2003

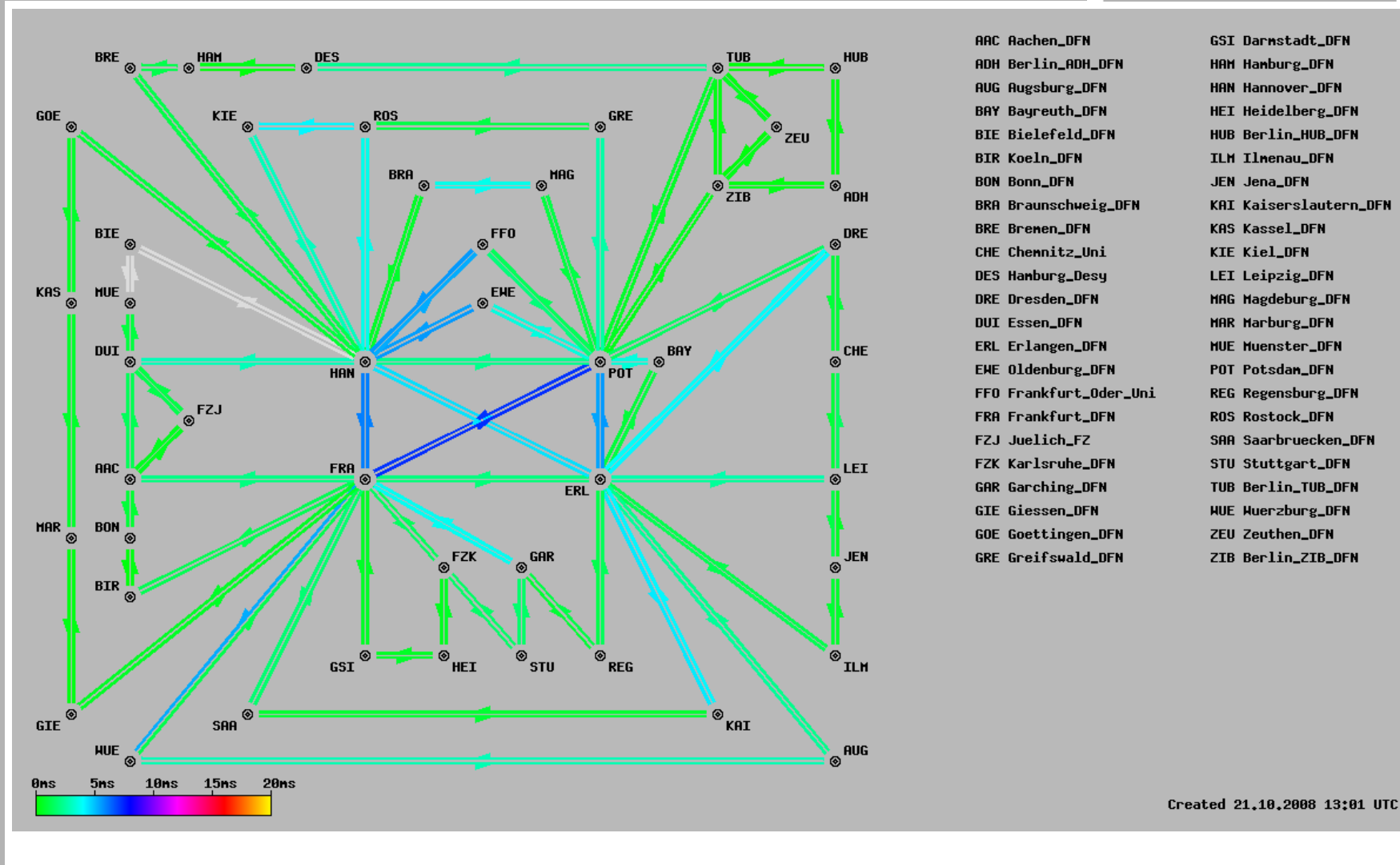


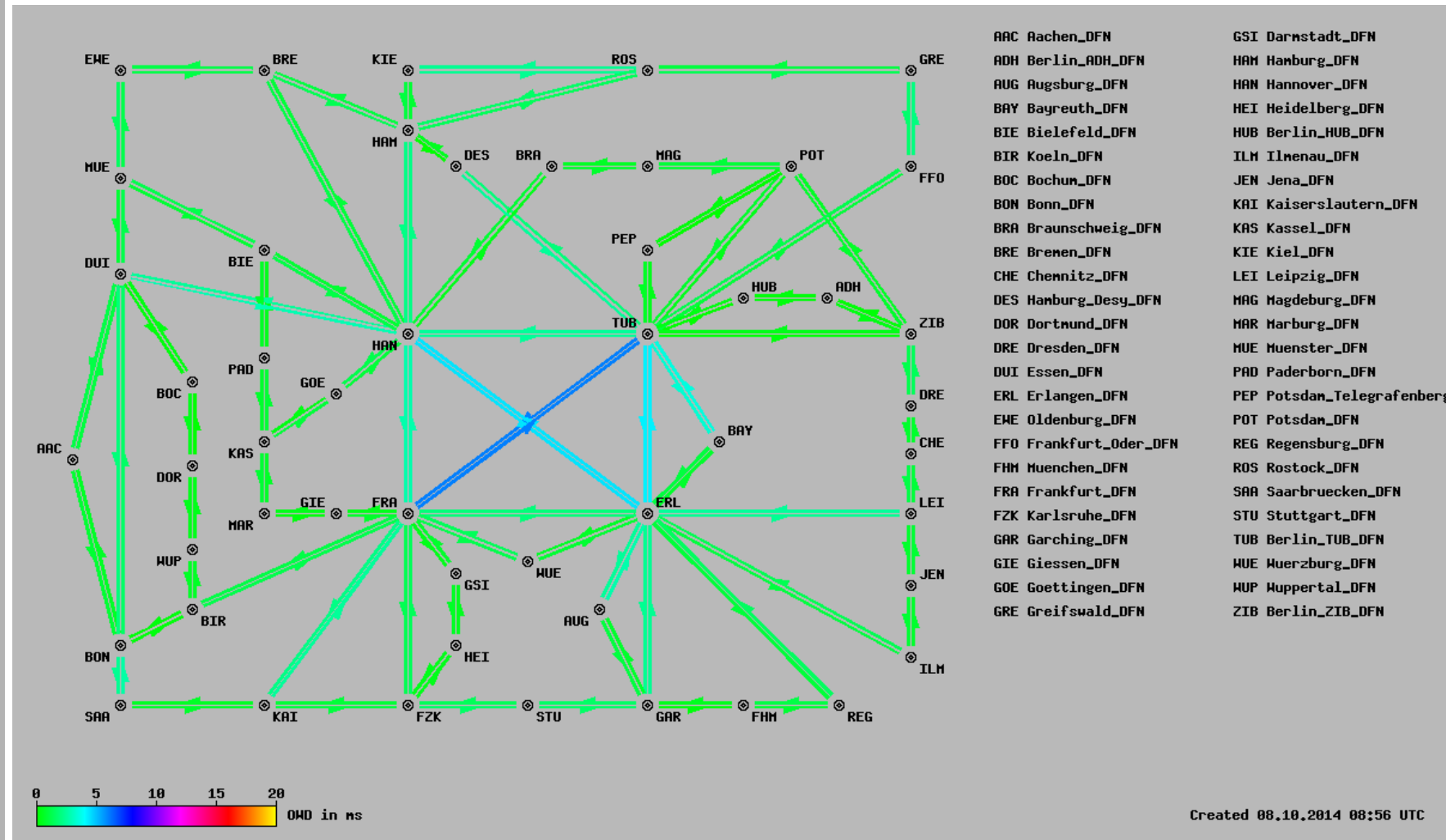
Line Utilization

G-WiN

Laufzeitmessungen 2003

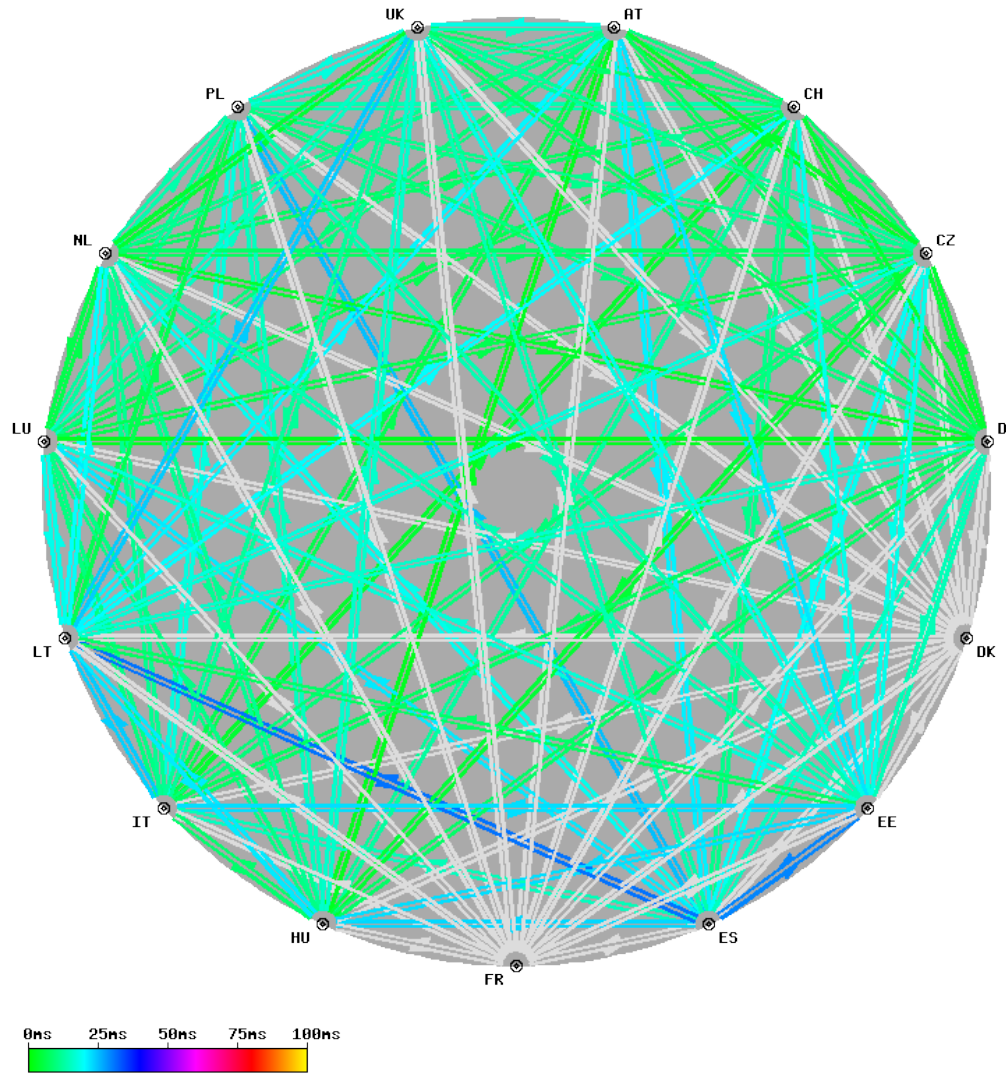






GÉANT 2

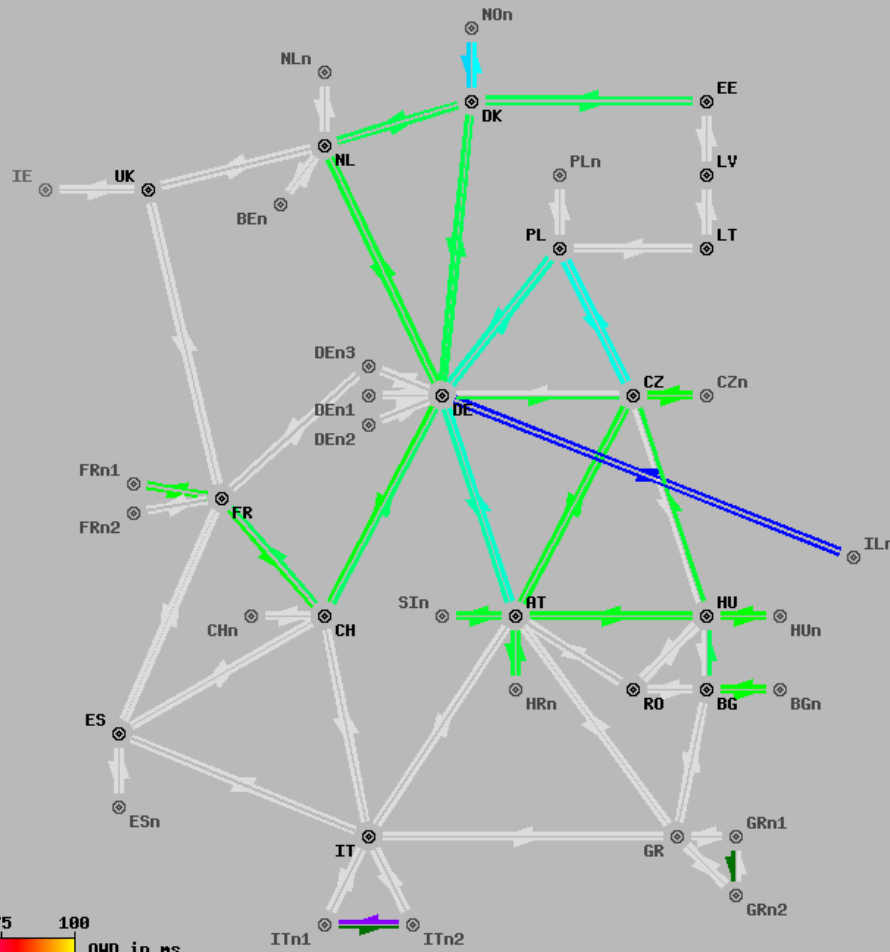
Laufzeitmessungen 2008



Created 21.10.2008 13:14 UTC

GÉANT3

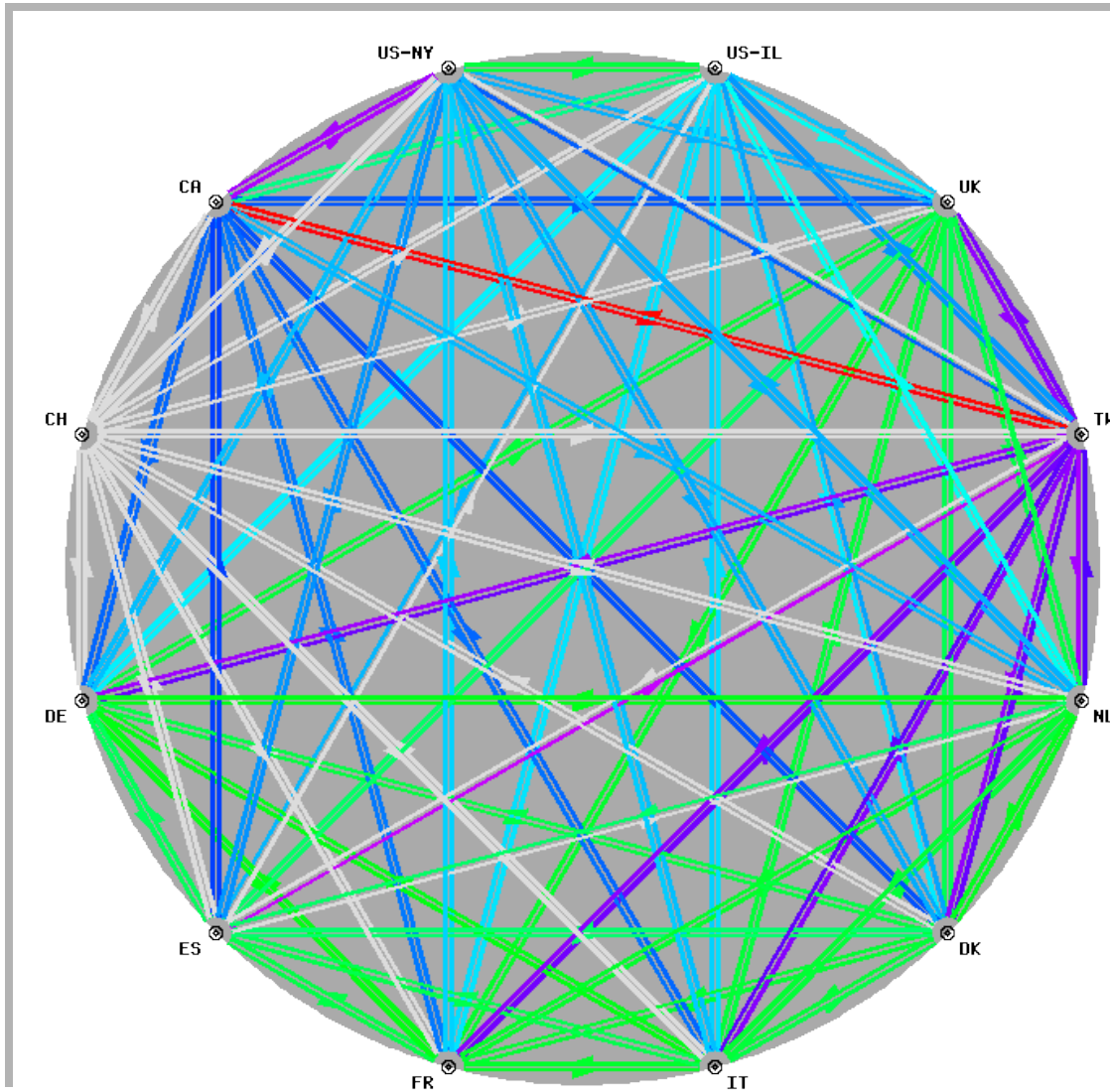
Laufzeitmessungen 2013



Created 15.10.2013 09:58 UTC

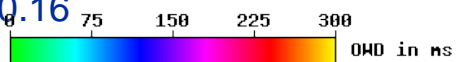
LHC OPN

Laufzeitmessungen 2013



- CA CA-TRIUMF-HADES
- CH CH-CERN-HADES
- DE DE-KIT-HADES
- DK NDGF-HADES
- ES ES-PIC-HADES
- FR FR-CCIN2P3-HADES
- IT IT-INFN-CNAF-HADES
- NL NL-T1-HADES
- TH TH-ASGC-HADES
- UK UK-T1-RAL-HADES
- US-IL US-FNAL-CMS-HADES
- US-NY US-T1-BNL-HADES

19.10.16



Datenkommunikation

Modelle, Begriffe, Mechanismen

51

Created 15.10.2013 09:59 UTC

Weltkarte Laufzeitmessungen 2013

