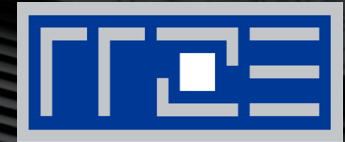


# REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



## Modelle, Begriffe, Mechanismen

Netzwerkausbildung – Praxis der Datenkommunikation, 18.10.2017

P. Holleczeck, RRZE

**Dieser Vortrag wird aufgezeichnet.**

**Die ersten beiden Sitzreihen  
befinden sich im Kameraradius.**

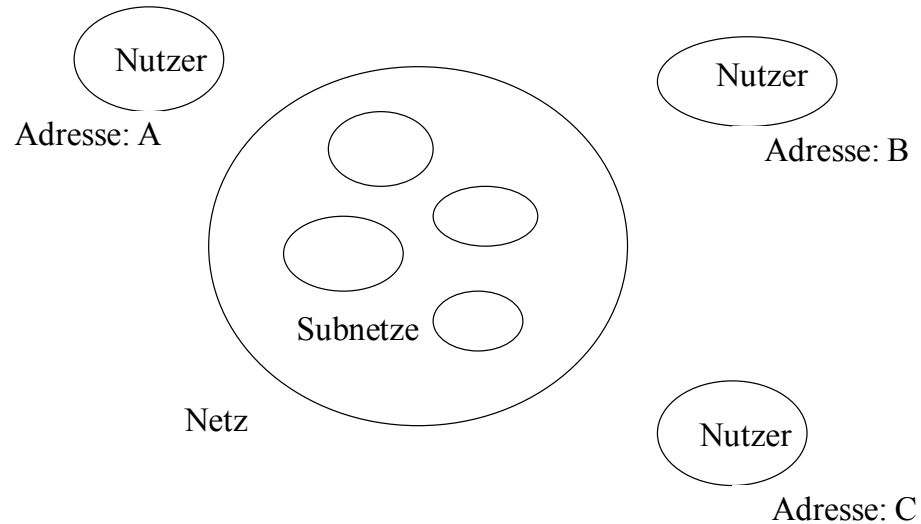
# Gliederung

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

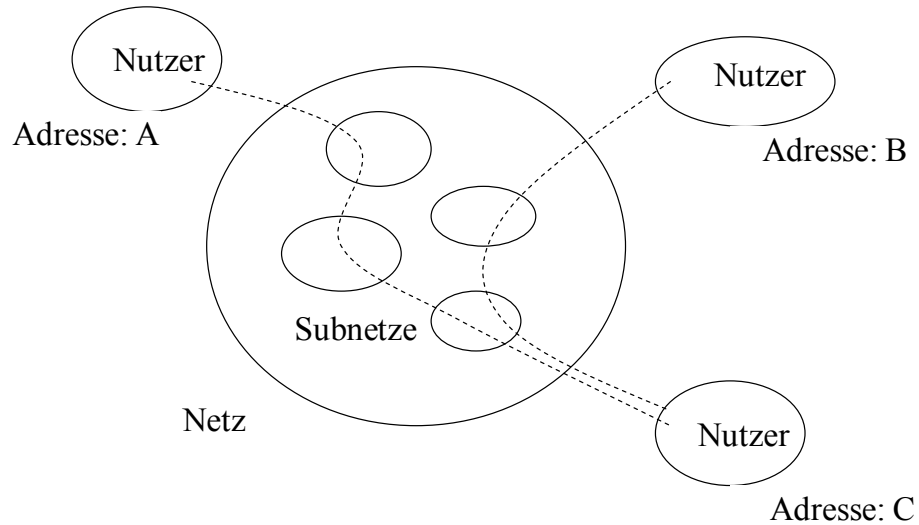
# 1. Modellbildung

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

# Netz & Nutzer



# Netz & Nutzer

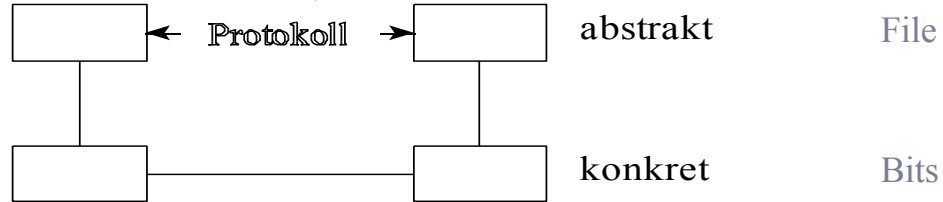


# Protokolle & Dienste

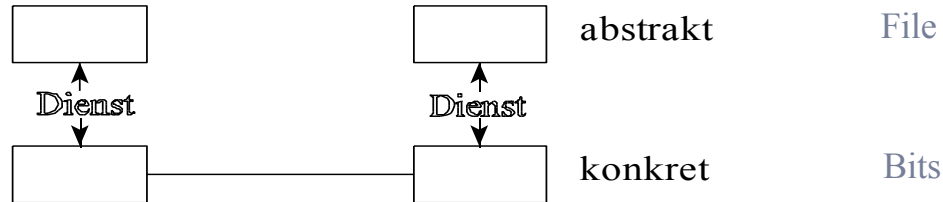
Rechner 1

Rechner 2

Protokoll: legt fest, *was* getan werden soll  
(horizontale Kommunikation)

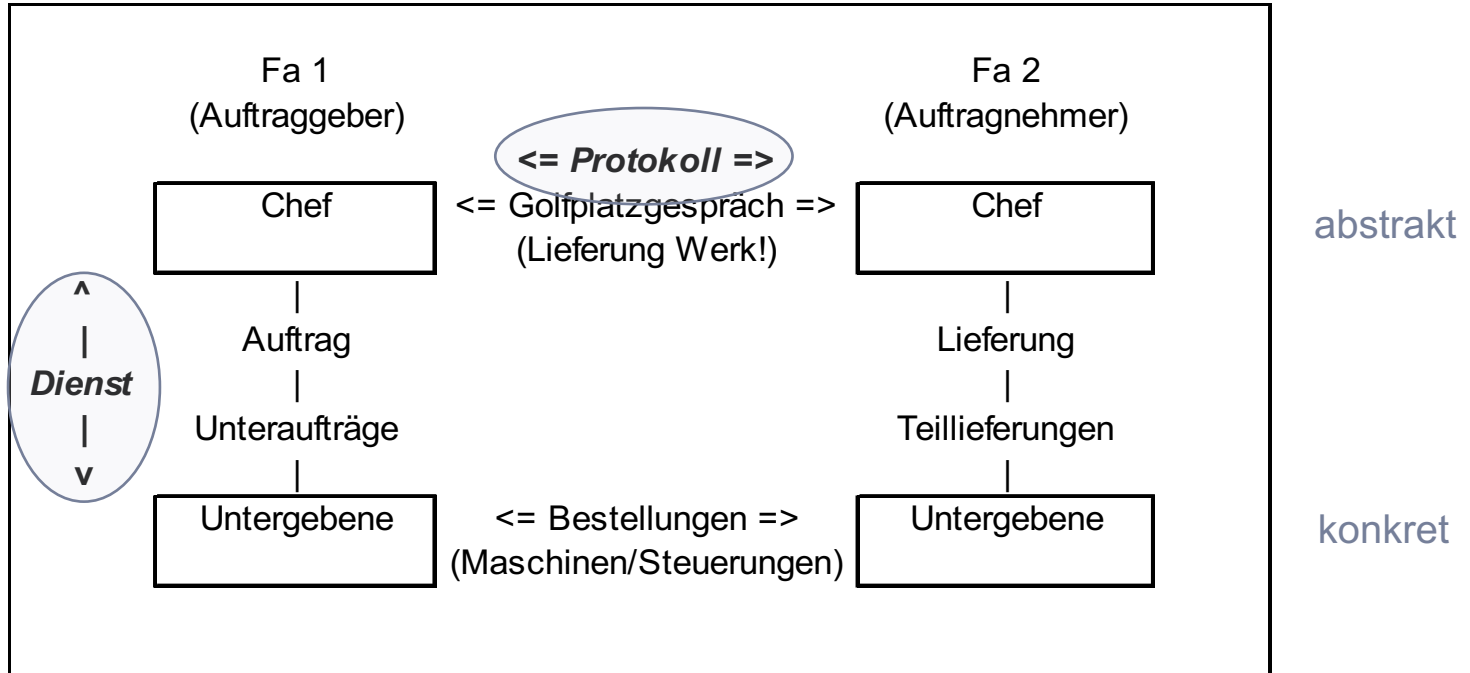


Dienst: legt fest, *wie* etwas getan werden soll  
(vertikale Kommunikation)



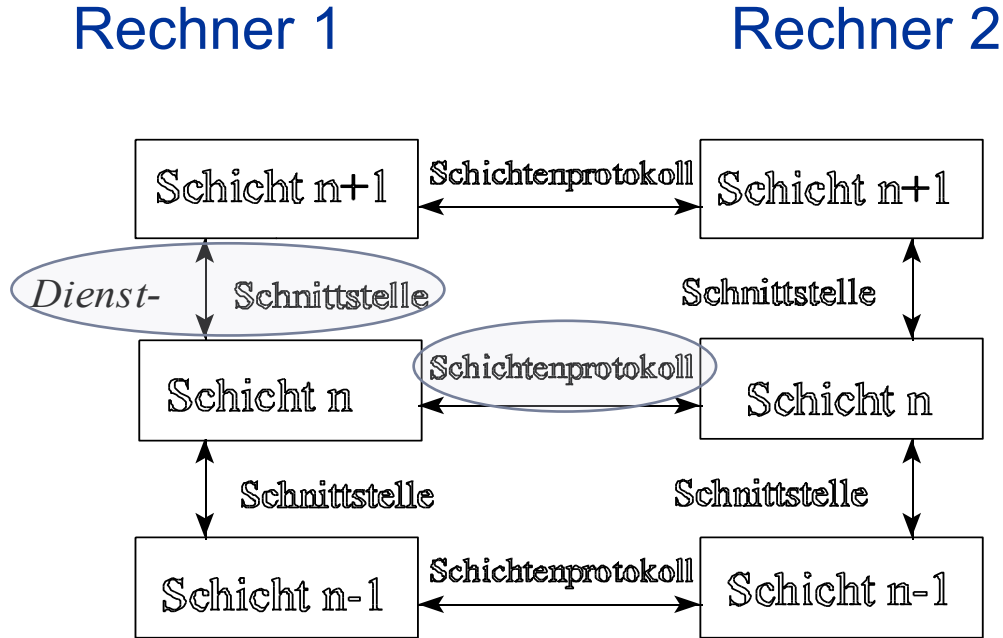
# Protokolle & Dienste

Beispiel aus dem Bereich der kommerziellen Welt: Lieferung eines Werks

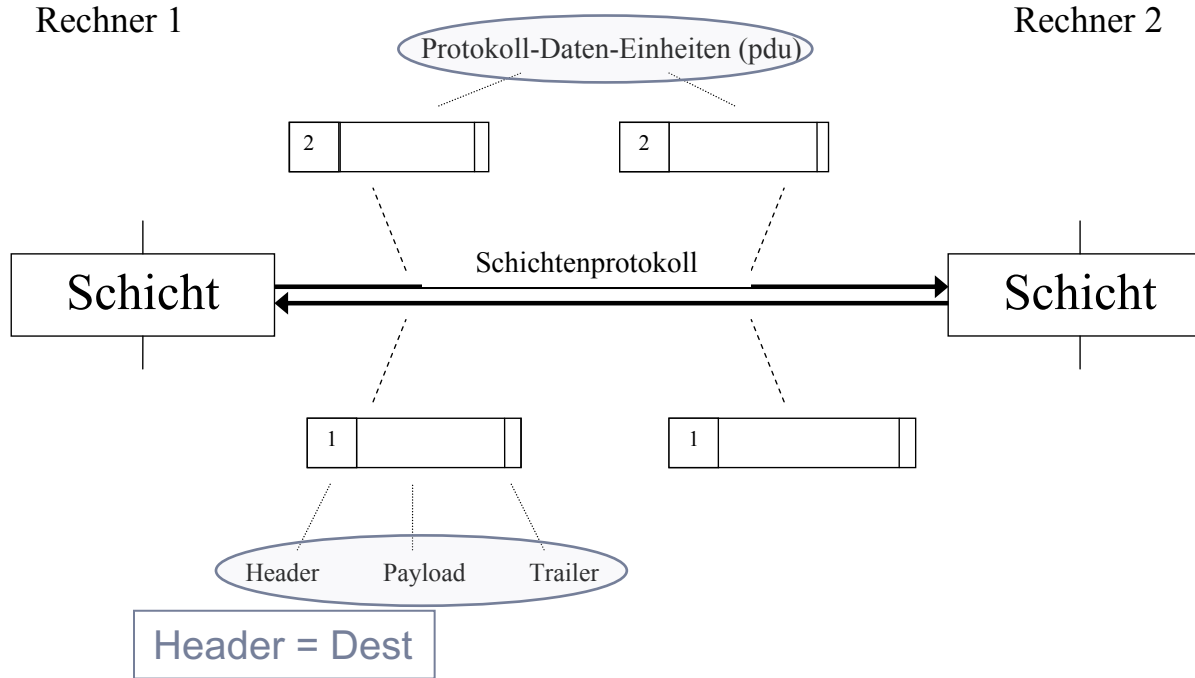




# Schichten-Modell



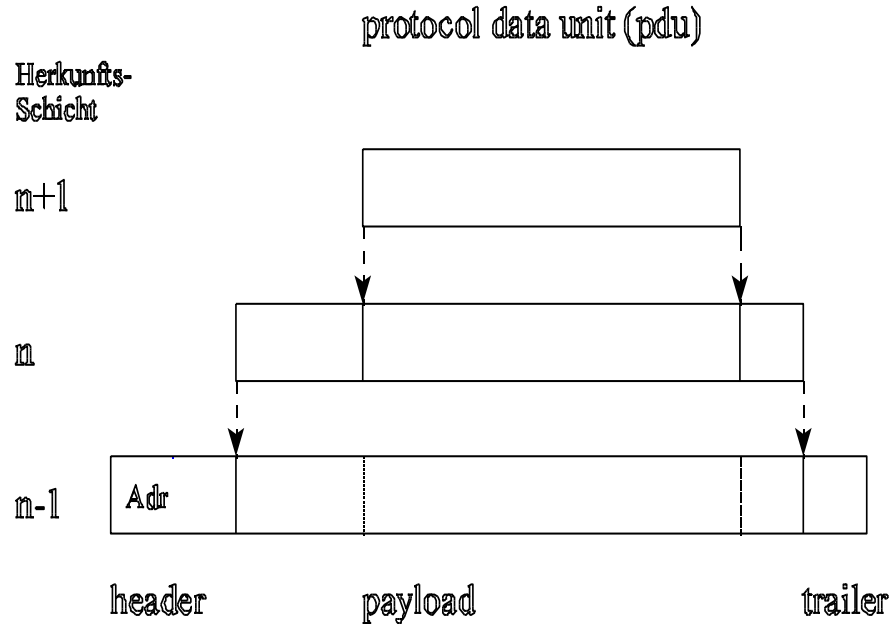
# Protokoll-Daten-Einheiten



# Schichten & Protokoll-Daten-Einheiten

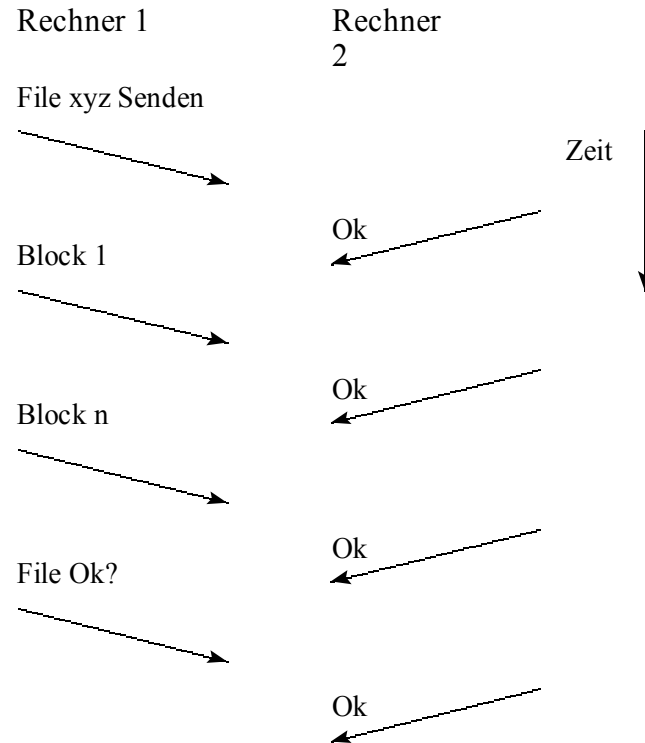
Trivialbeispiel  
oder

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



# Dienstqualität

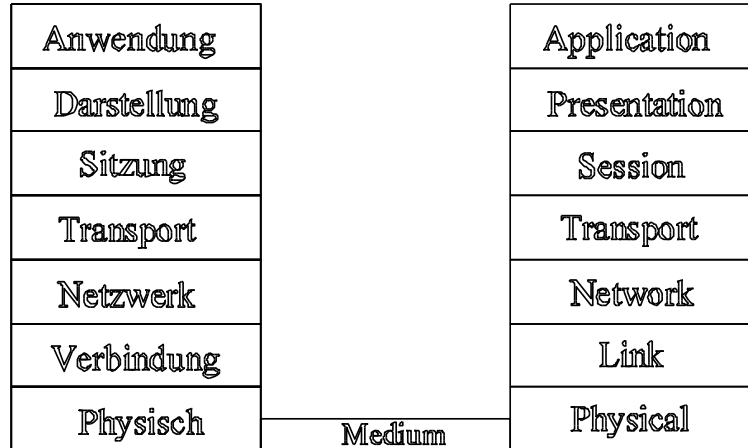
- Werte-Maßstab
  - Absolut: zahlenmäßige Metrik (QoS: Quality of Service)
  - Relativ: „platinum“ > „gold“ > ... (CoS: Class of Service)
- Traditionelle Qualität: *höherer* Durchsatz
  - Ziel: je schneller, desto besser (z.B. Streaming, Web-Klick)
    - › möglichst hohe Werte für übertragene Bits ... Bytes / Zeit
    - › abhängig von Partnern, Anwendung und Netz; Werte 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





# Ausprägung der Schichten

▪ Ebene		Gegenstand	Einheit (pdu)
▪ 7	Anwendung	E-Mail	
▪		Directory	
▪		Filetransfer	
▪		Terminal	
▪		WWW	
▪		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



## ■ Halb-Duplex (hdx)

- Partner können nur abwechselnd senden



## ■ Voll-Duplex (fdx)

- Partner können gleichzeitig senden



# Flußkontrolle - zwischen Partnern 1 und 2

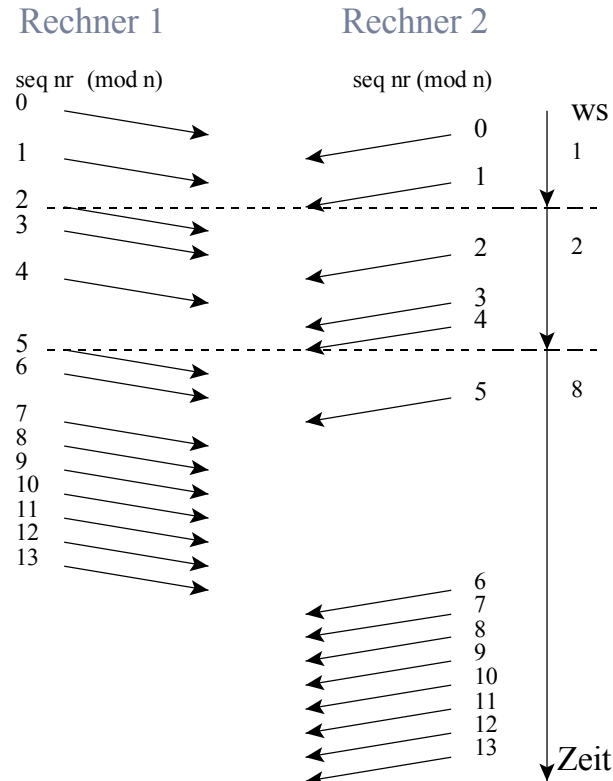
- Problemstellung
  - Partner bzw. Netz unterschiedlich leistungsfähig



- 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

Beispiel  
Für Ablauf



$n / WS$  : Fenstergröße/  
Window Size

Regel:  
„Empfänger muss nach  
spätestens  $n$  Blöcken  
quittieren“

# 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		pdu-Typ	Gültigkeit der Adresse	Beispiel
Nr	Bezeichnung			
4	Transport			Port-Adresse (http: 80)
3	Netzwerk	Packet	i.d.R. weltweit	IP-Adresse
2	Verbindung	Frame	i.d.R. lokal	MAC-Adresse

# Verbindungsart

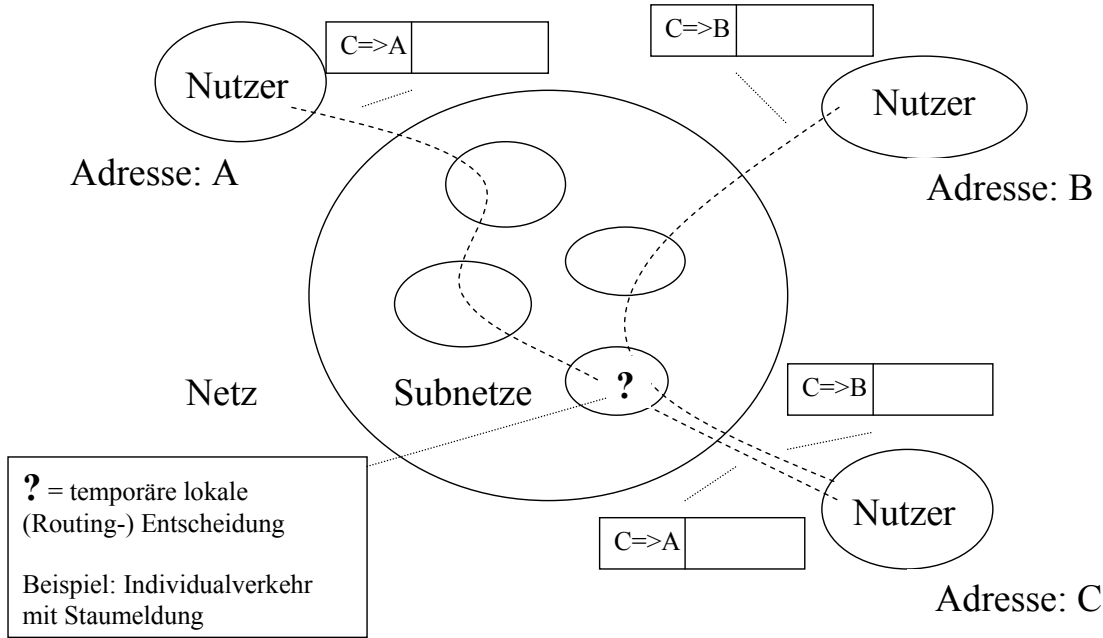
- verbindungslos
  - › Datenpakete (mit Adreßinformation) bewegen sich selbständig im Netz als Datagramme.
  - › Die Wegewahl aufgrund der Adreßinformation ist eine temporäre örtliche („Routing“-) Entscheidung.
  - › Trivial-Beispiel: Individual-Verkehr mit Wegweisern bzw. Verkehrsinformationen
  - › 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
- Verbindungsart kann auf verschiedenen Ebenen unterschiedlich sein



# Datagramme und Adressen

von C nach A bzw. B  
mit Datagrammen

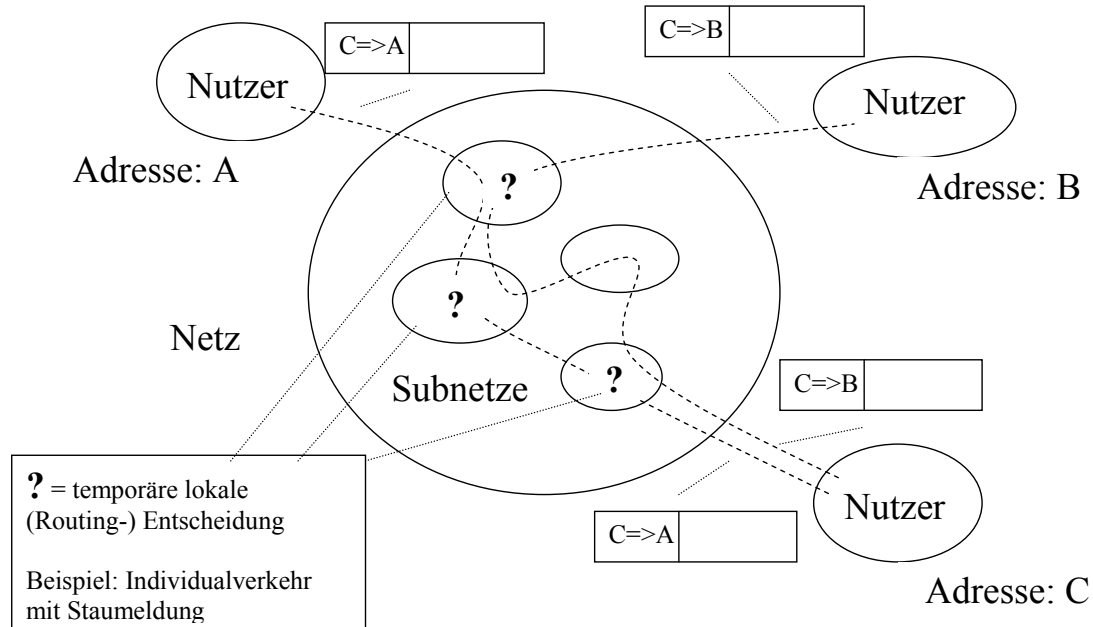
Header=Src/Dest



# Datagramme und Adressen

von C nach A bzw. B  
mit Datagrammen

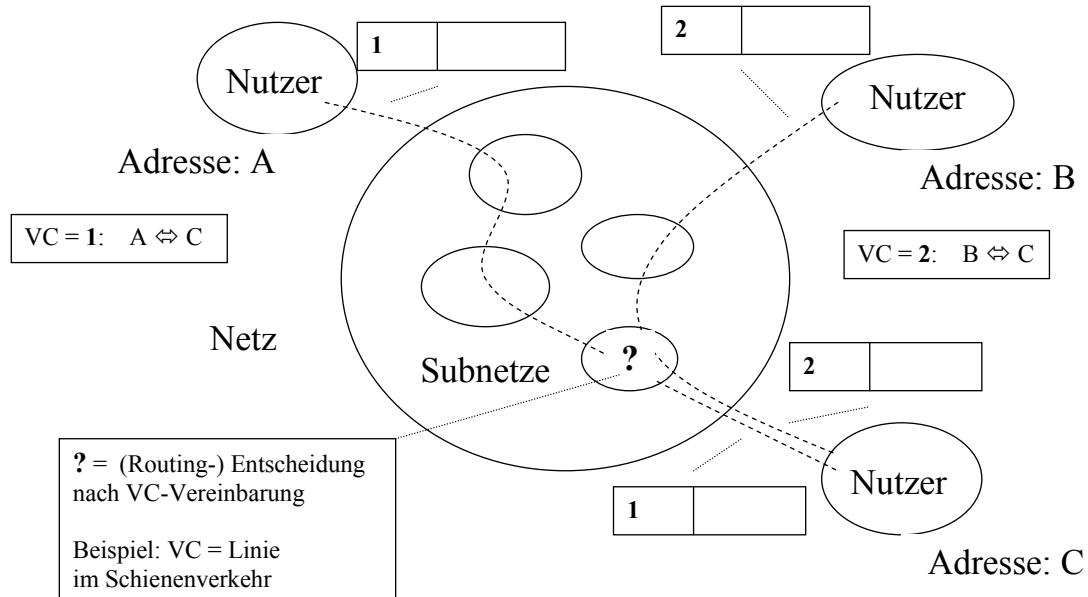
Header=Src/Dest



# Virtuelle Kanäle

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

Header=VC



# *zur Begriffswahl*

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 ...

# LANs

- 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)

- Sichtweise

- Klassisch

- › Deregulierung mittels Bandbreiten-Überangebot (Over-Provisioning) - im Vergleich zu frühen WANs

- Fortgeschritten

- › Abbildung von Gruppenwünschen auf eine Infrastruktur

- › Gewährleisten der Sicherheitsanforderungen

- › Mühevoll (Wiedereinführung der) Regulierung

# Technische Merkmale

	WAN			Access	LAN		
	Ende '80	Ende '90	Anf '10	Anf '10	Ende '80	Ende'90	Anf '10
<b>Bitfehlerrate</b>	typ $10^{-6}$	typ $10^{-11}$			typ $10^{-12}$		
<b>Ausdehnung</b>	unbegrenzt				typ 200m		
<b>Bandbreite (bps)</b>	typ 64k	155M - 2,4G	40 - 100G	typ 10G	10M	100M - 1G	1 - 10G
<b>Multicast *)</b>	nein	ja (ATM)			ja		
<b>Broadcast **)</b>	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



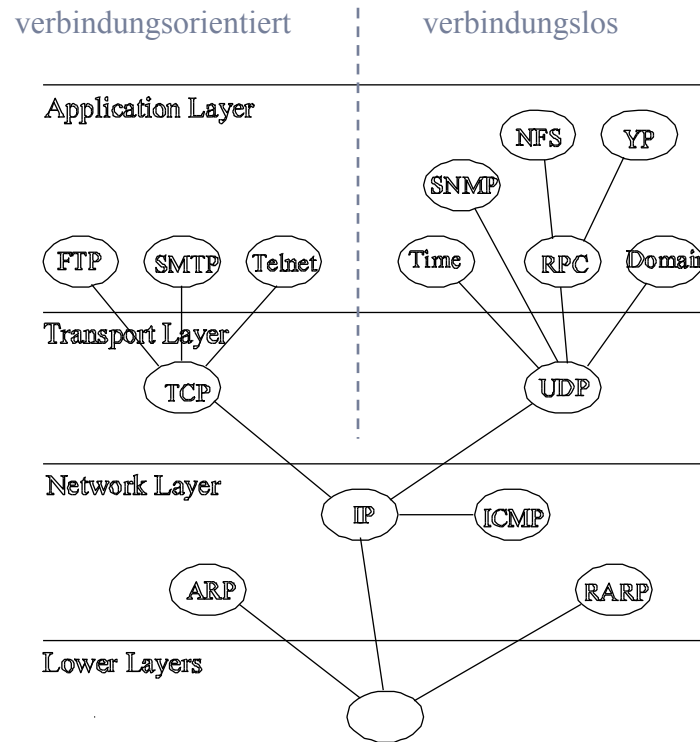
# Historische Protokollfamilien

■ 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-TCP/IP		ISO/CCITT/ITU	SUN / CERN		"TCP/IP"
7	E-Mail		SMTP		X.400			SMTP
	Directory				X.500			LDAP
	Filetransfer		FTP		FTAM			FTP
	Terminal		Telnet		VT (Virt Term)	WWW		WWW
	Transaktion				TP (Transact Prt)			
	File-Service					NFS		
	Chat							(IRC)
Mgmt							SNMP	
4 - 6 (Darstell/Sitzng) Transport			TCP, UDP		TP (Transp Prt)			TCP, UDP
				IEEE			ATM-Forum	
3	globales Netz	WAN	IP		CONS, CNLS /3			IP
		LAN			CONS, CNLS /3			IP
2	Übertragungsabschnitt	WAN	HDLC		CONS, CNLS /2		ATM	Giga-Ether
		LAN		Ether	CONS, CNLS /2			Giga-Ether
1	phys. Übertragung	WAN	Telefon		Tel, FO			FO
		LAN		Coax	Coax, TwistPair			TwistPair, FO, air
			<i>typ. 70er</i>	<i>70/80</i>	<i>typ. 80er</i>	<i>typ. 90er</i>		<i>typ. ab 2k</i>
Legende			SMTP: Simple Mail Transf Prt				ATM: Async	LDAP: Lightweight Dir Acc Prt
			TCP: Transport Contr Prt				Transf Mode	IRC: Internet Relay Chat
			UDP: User Datagram Prt					SNMP: Simple Netw Mgmt Prt
			IP: Internet Prt	Ether: Ethernet		NFS: Network File System		
					CONS: Connection oriented Service			Giga: Gigabit
					CNLS: Connectionless Service			FO: Fiber Optic

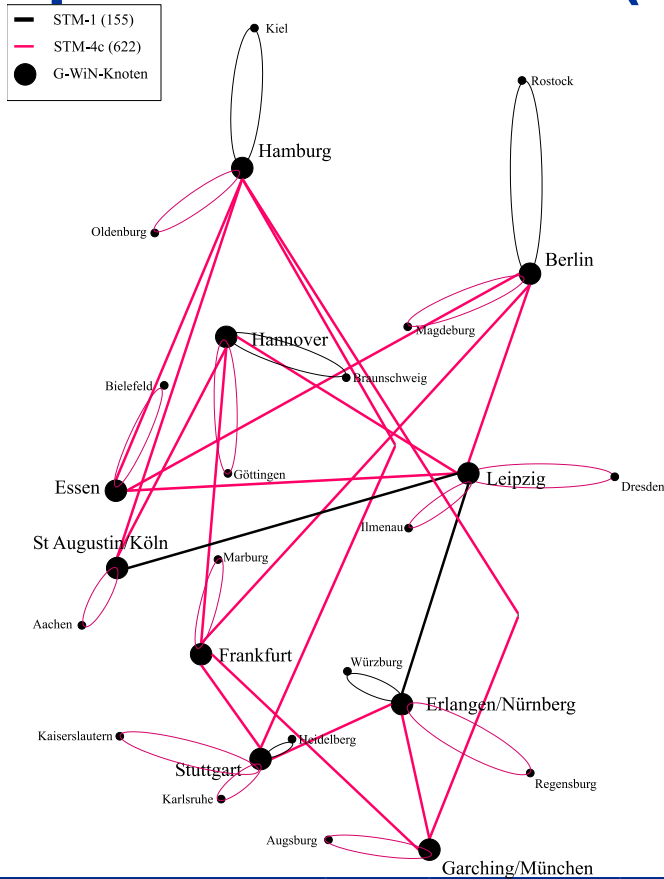
# TCP/IP-Protokollbaum im Schichtenmodell



# 6. Beispiele

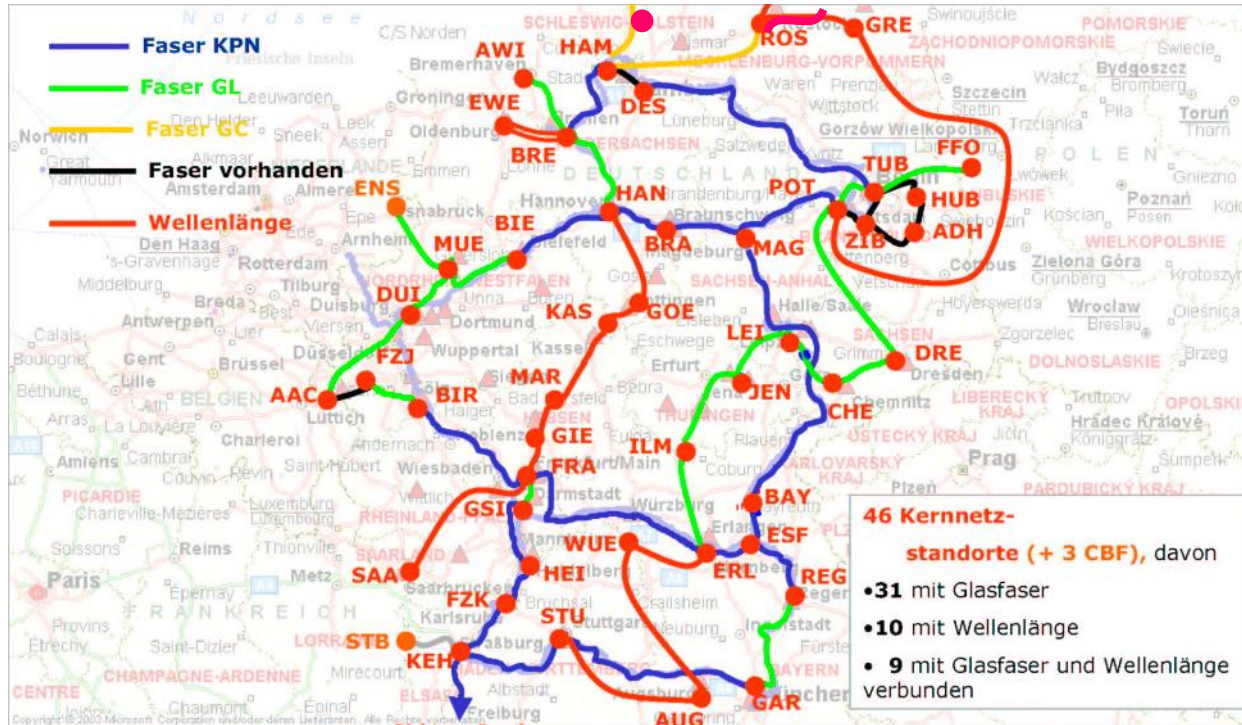
- WANs
- (LANs: s. Beitrag über Netz der FAU)

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



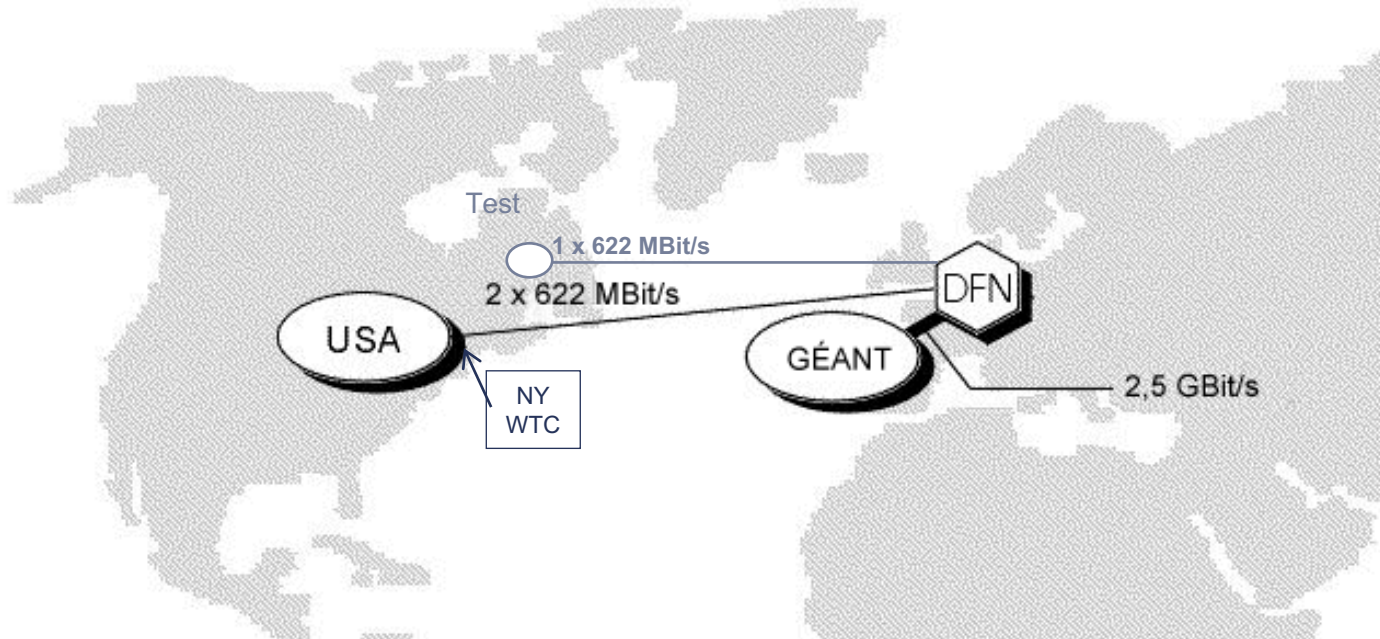
# X-WiN („Provider“: Gasprom, KPN Eurorings)

## X-WiN-Topologie (Fasern und Wellenlängen)

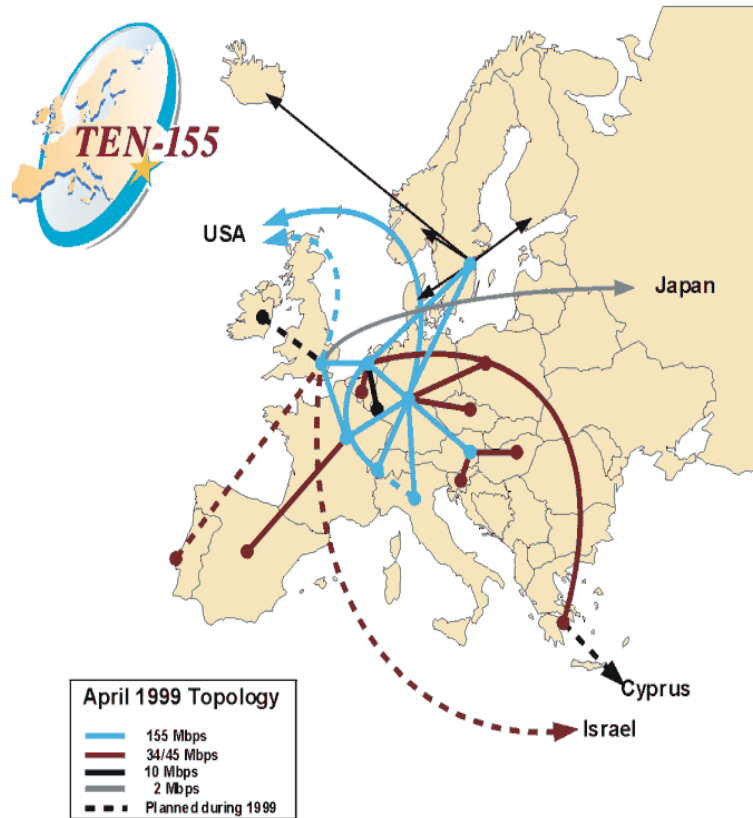


# G-WiN - internationale Anbindung

historisch (September 2001)

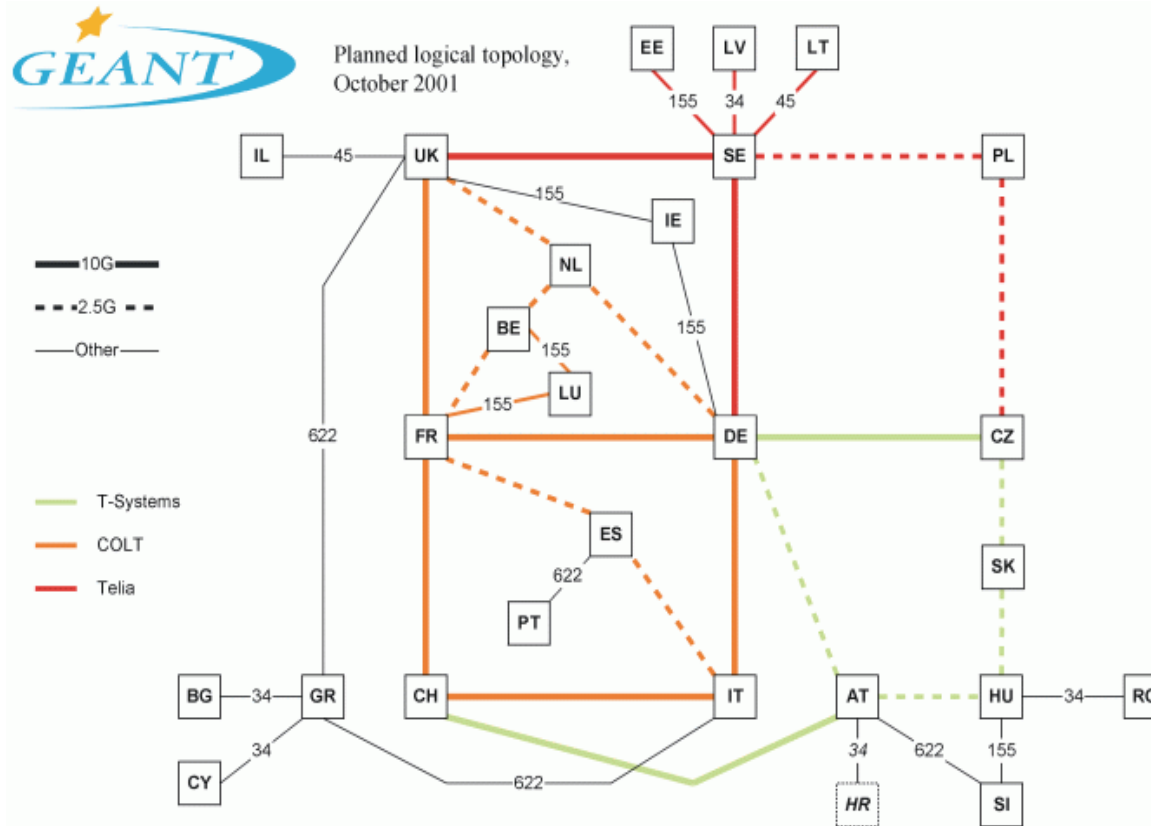


# DANTE - TEN-155

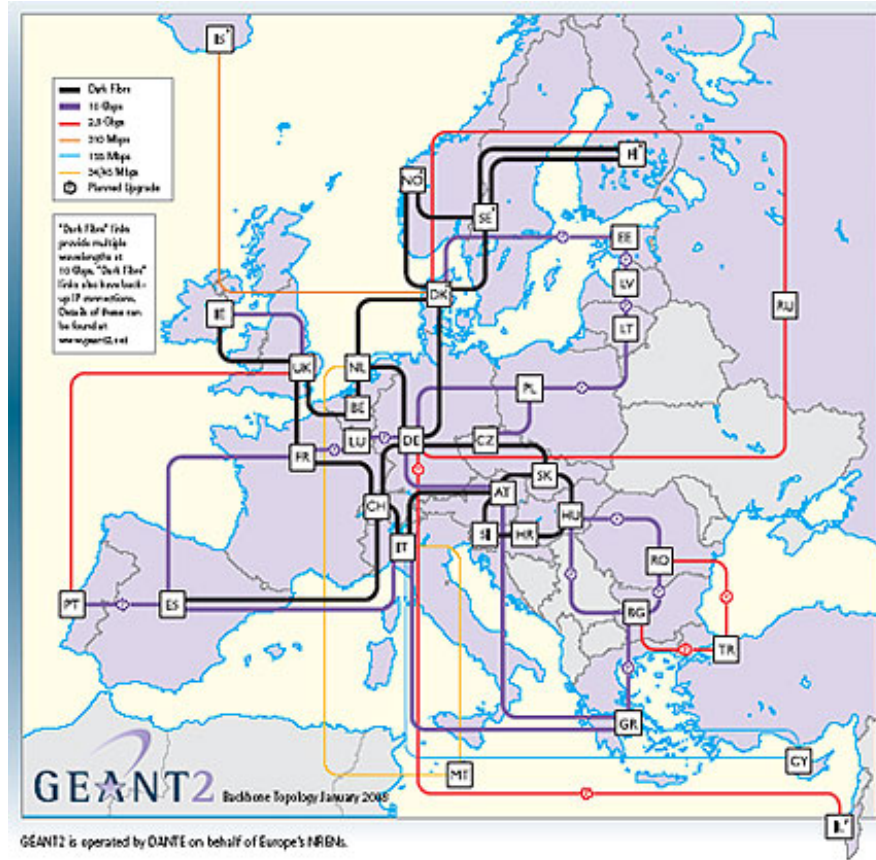




# DANTE - GEANT

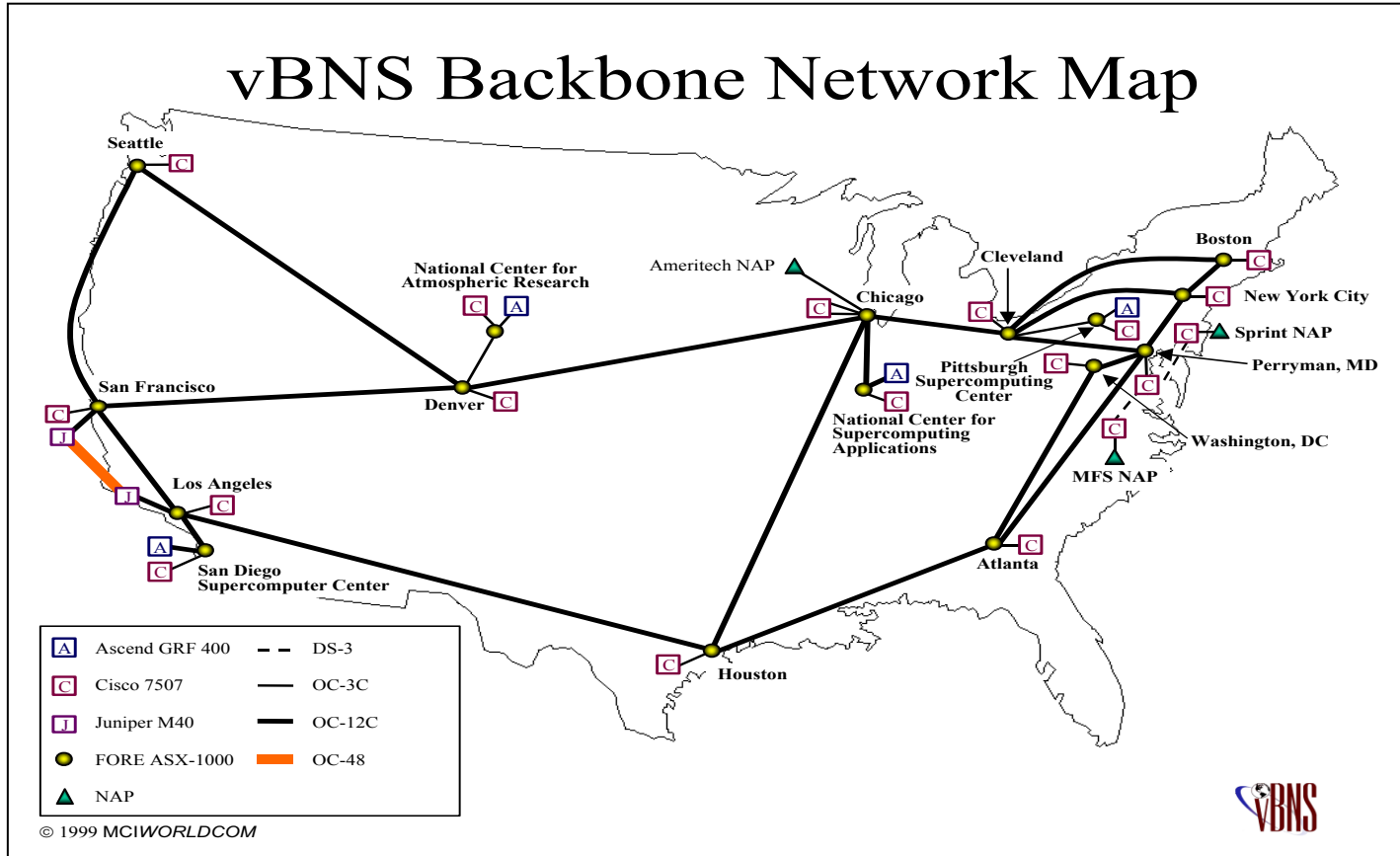


# DANTE - GEANT 2

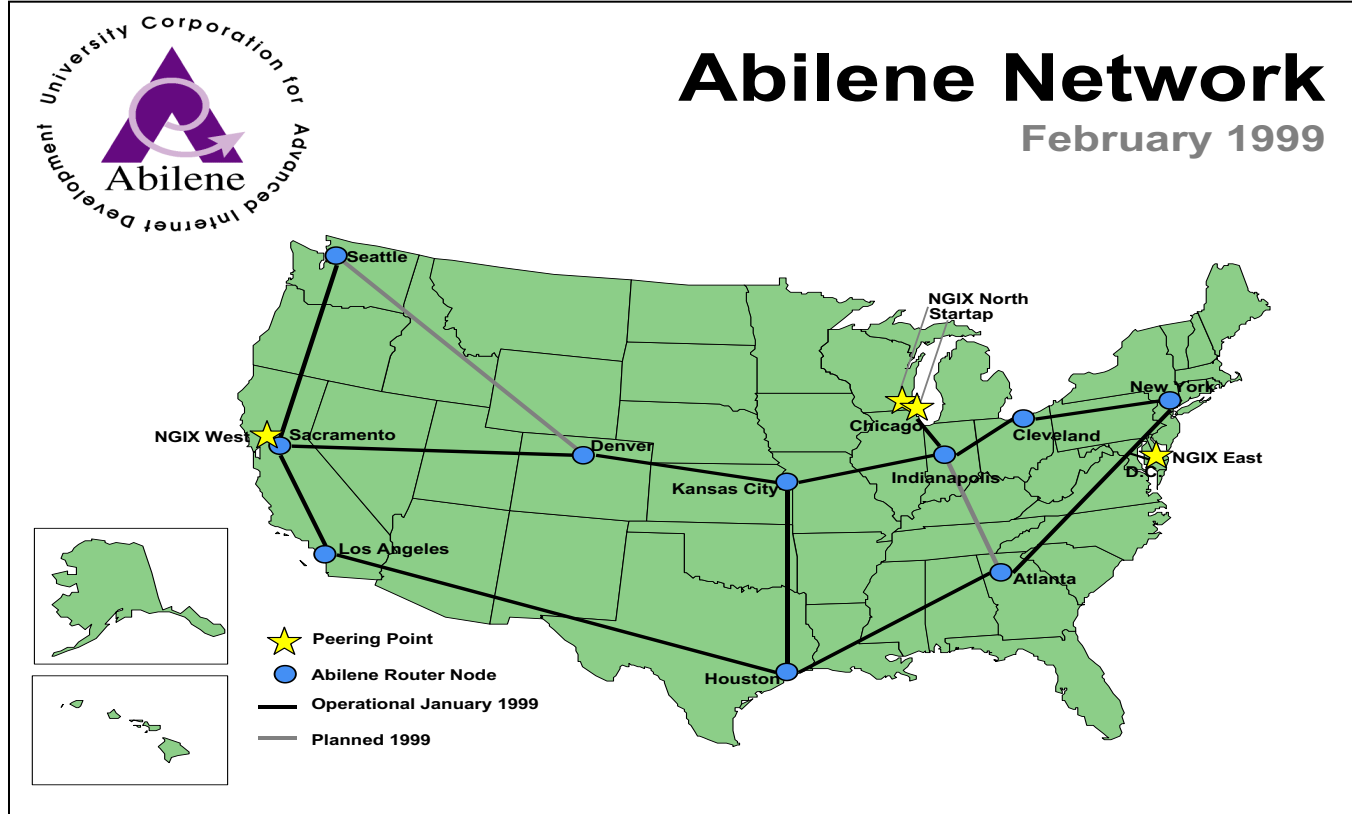


# USA - vBNS

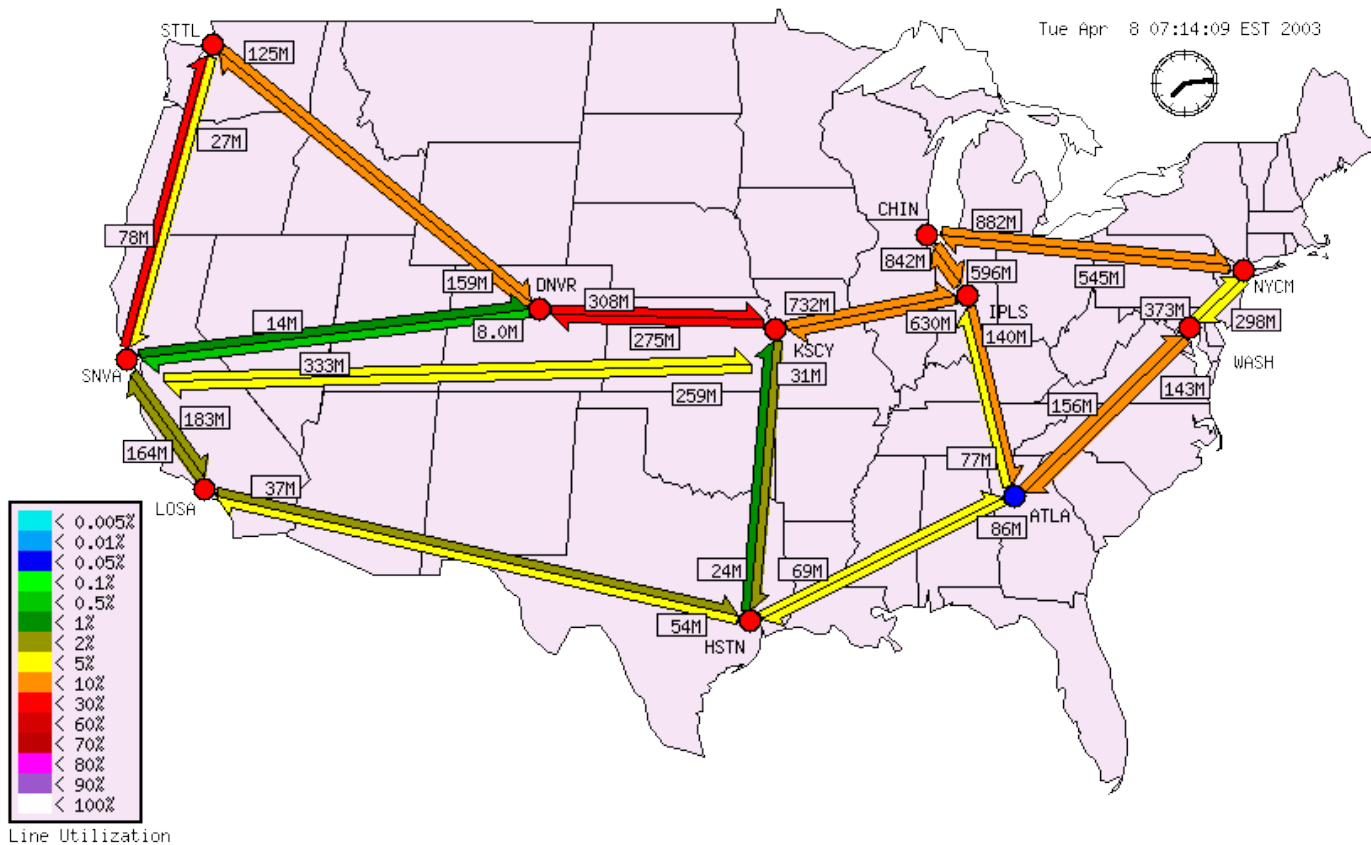
## vBNS Backbone Network Map



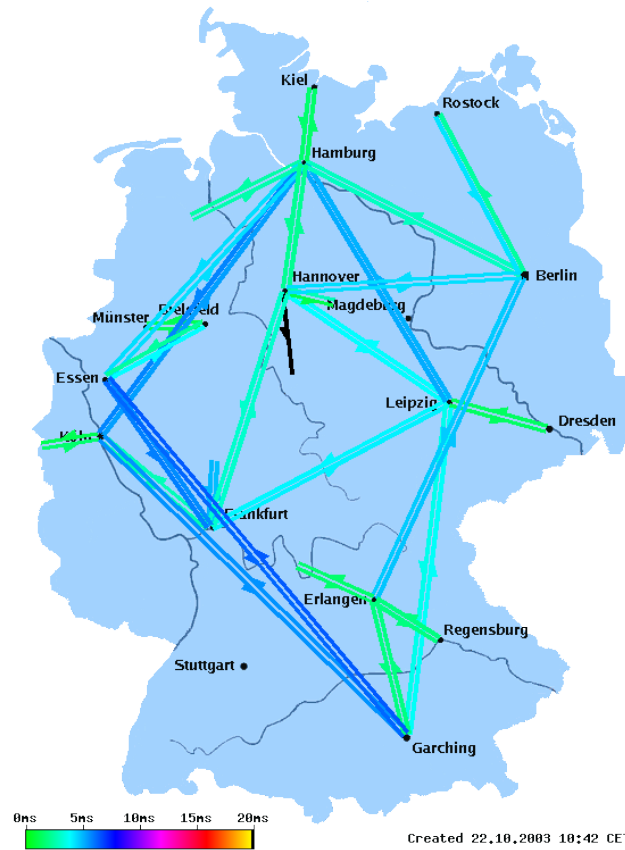
# USA - Abilene



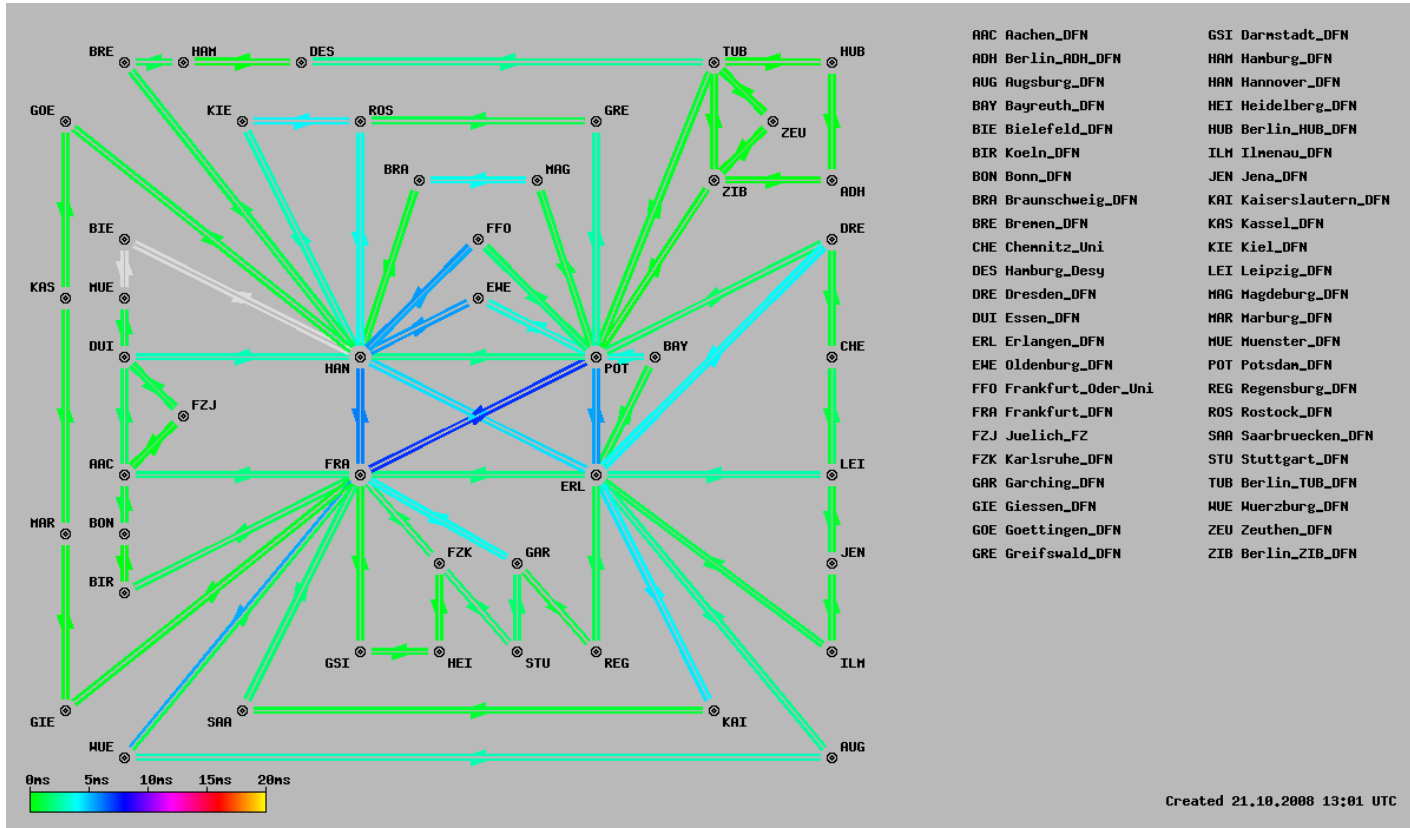
# USA - Abilene Durchsatzmessungen 2003



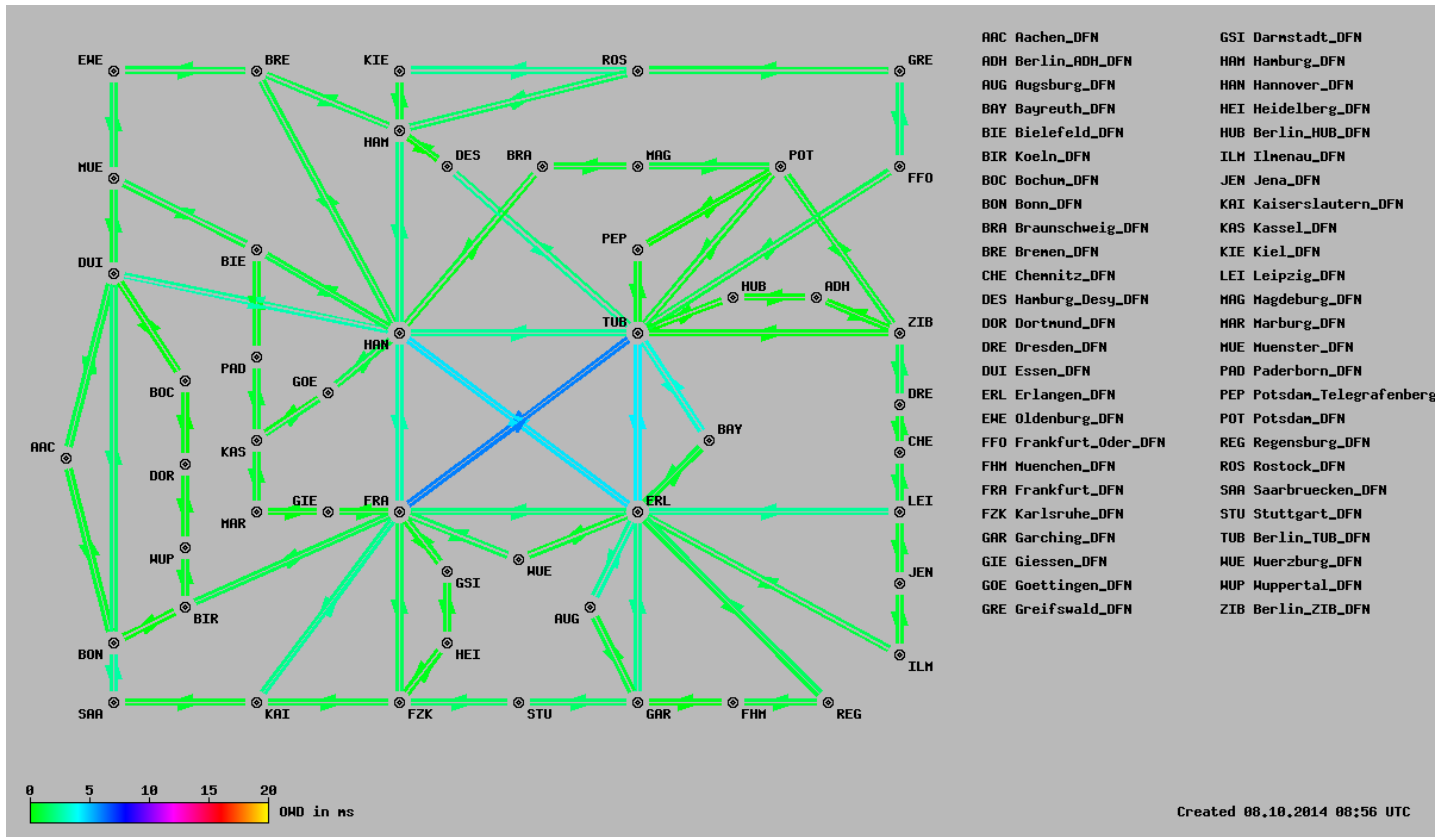
# G-WiN - Laufzeitmessungen 2003



# X-WiN - Laufzeitmessungen 2008

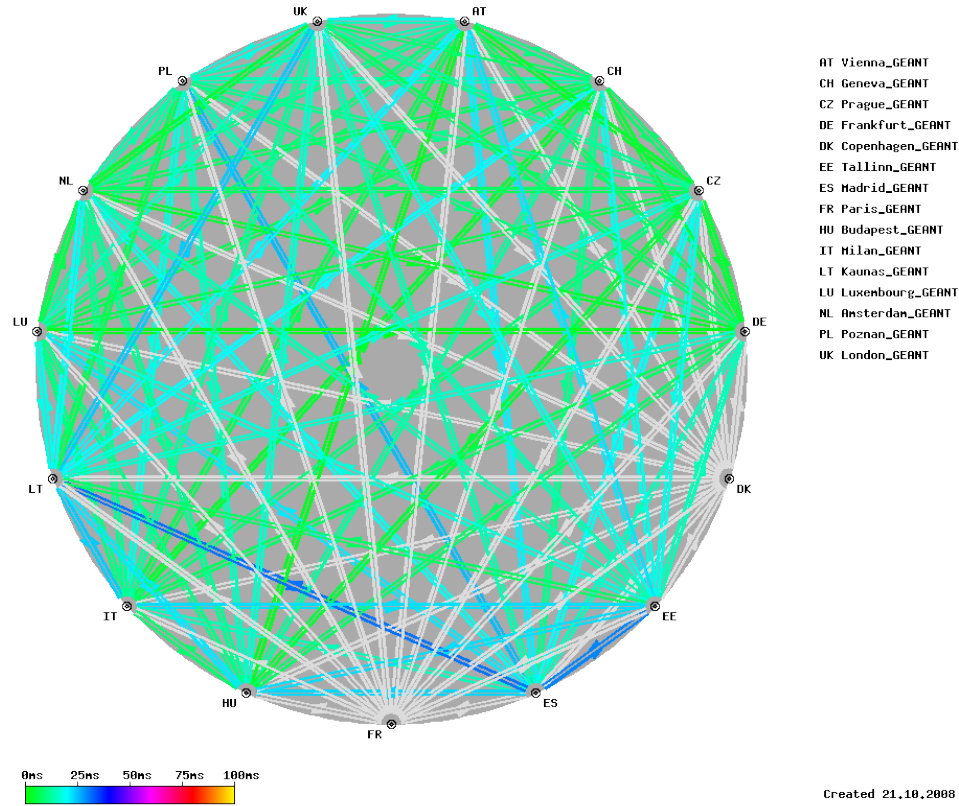


# XWiN - Laufzeitmessungen 2014

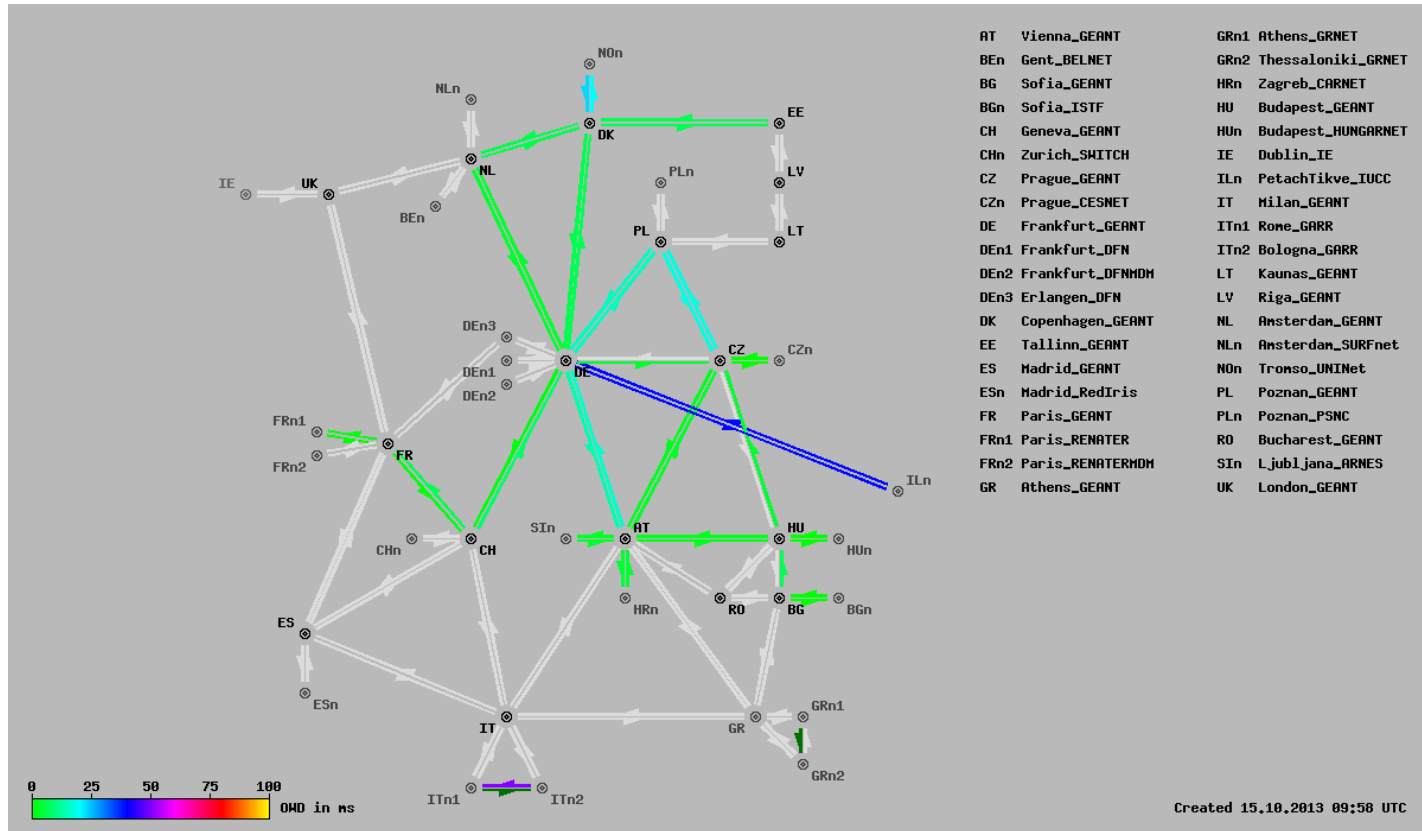




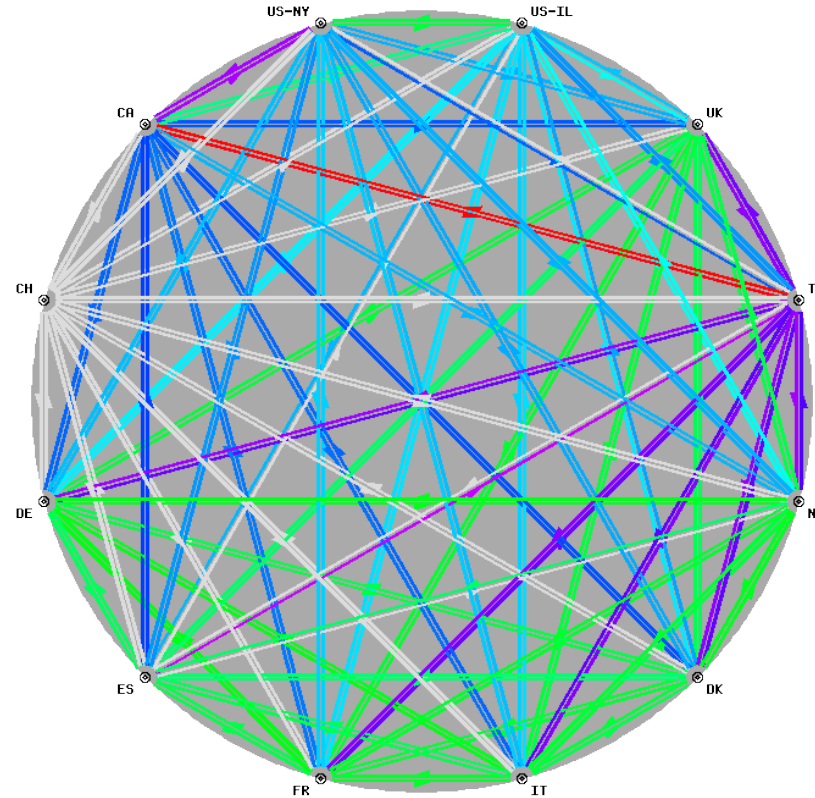
# GÉANT 2 - Laufzeitmessungen 2008



# GÉANT3 - Laufzeitmessungen 2013

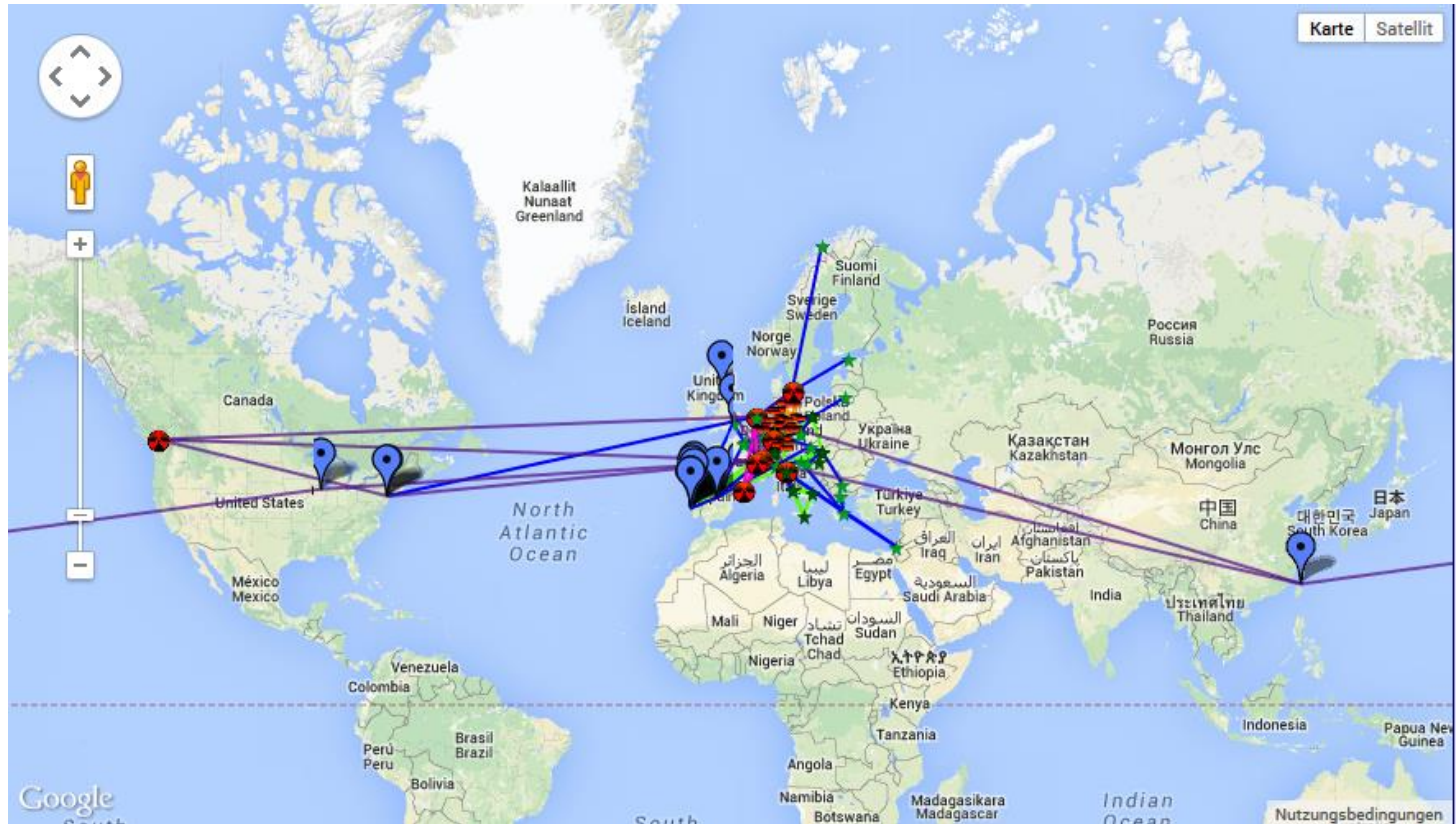


# LHC OPN - Laufzeitmessungen 2013



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

# Weltkarte - Laufzeitmessungen 2013



# REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Regionales RechenZentrum Erlangen [RRZE]

Martensstraße 1, 91058 Erlangen

[www.rrze.fau.de](http://www.rrze.fau.de)

Hier ist noch Platz für einen individuellen Gruß