

Praxis der Datenkommunikation  
**Modelle, Begriffe, Mechanismen**

**P. Holleczek**

**RRZE**

**14.10.15**

**[peter.holleczek@fau.de](mailto:peter.holleczek@fau.de)**

# Gliederung

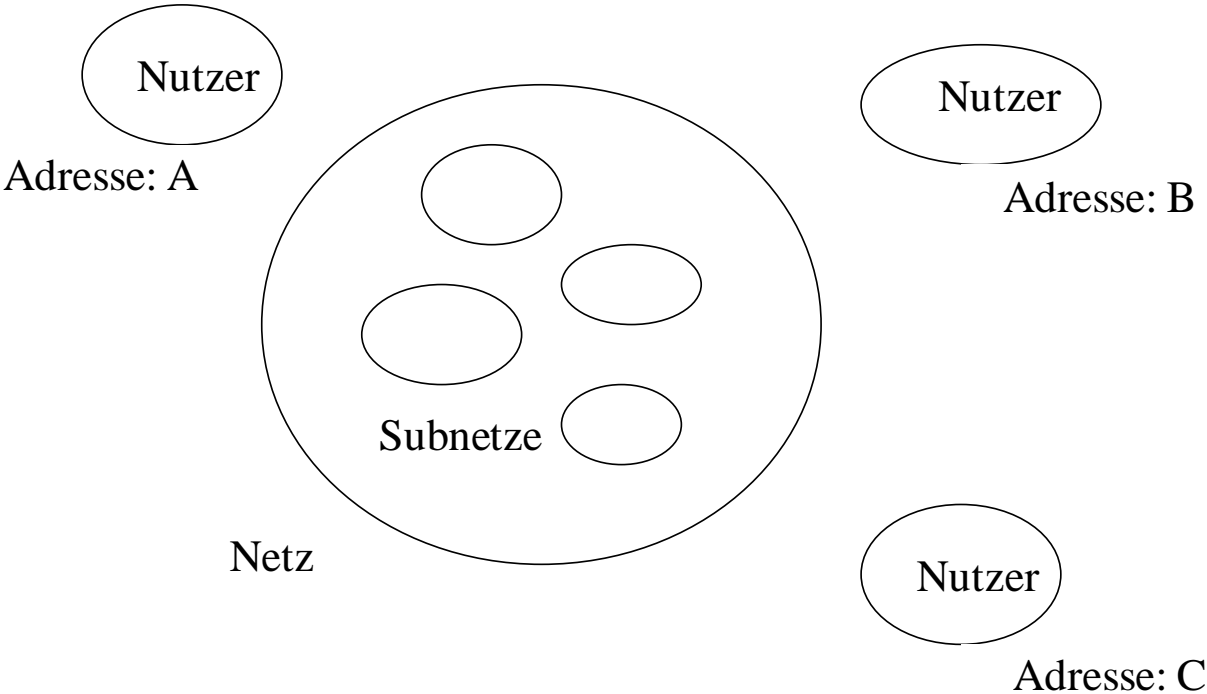


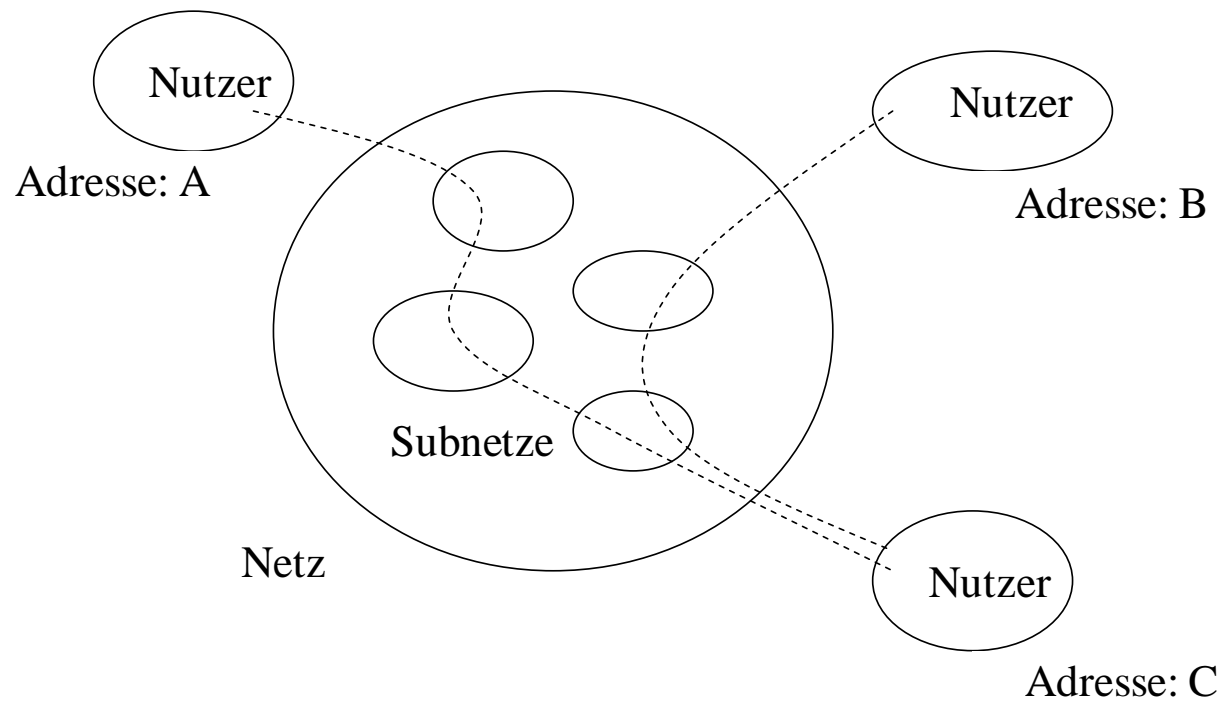
- **1. Modellbildung**
- **2. Standards**
- **3. die unteren Ebenen**
- **4. LANs und WANs**
- **5. der Markt der Netze**
- **6. Netz-Beispiele**

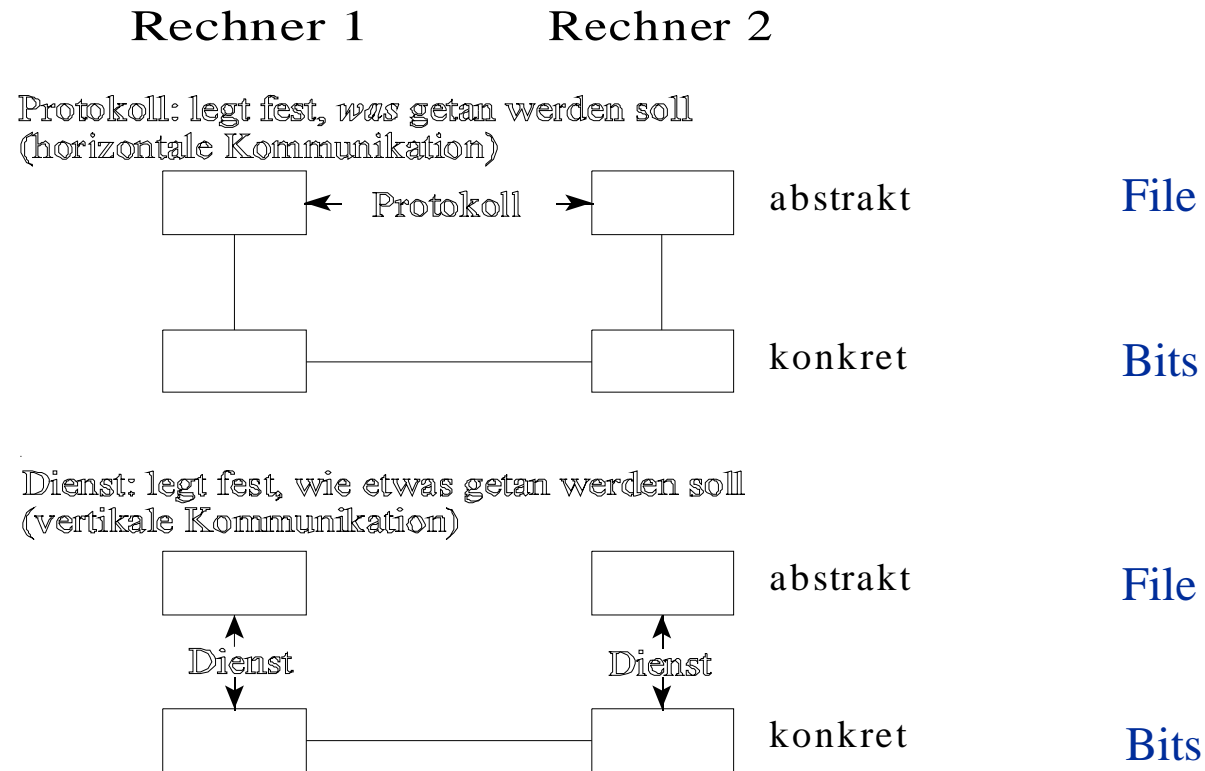
# 1. Modellbildung



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

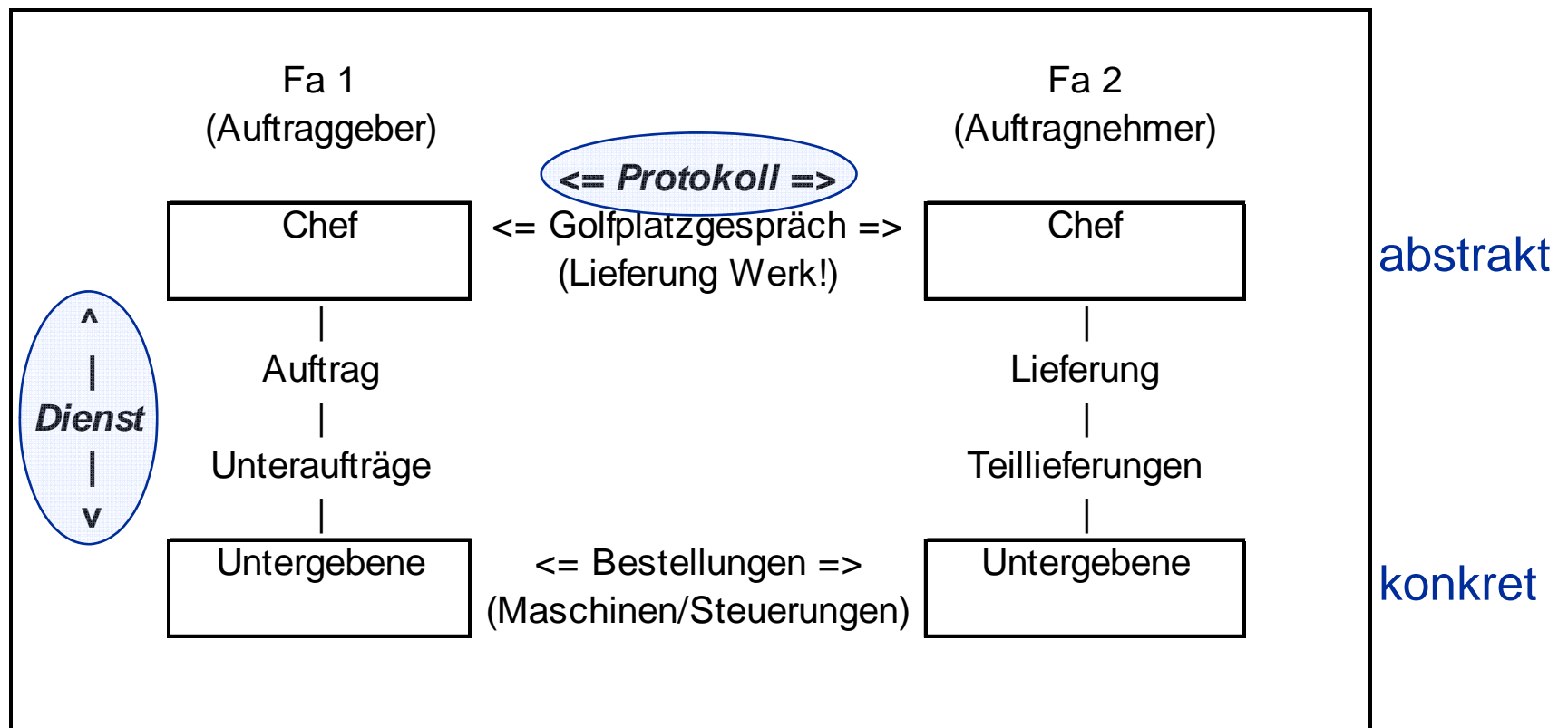




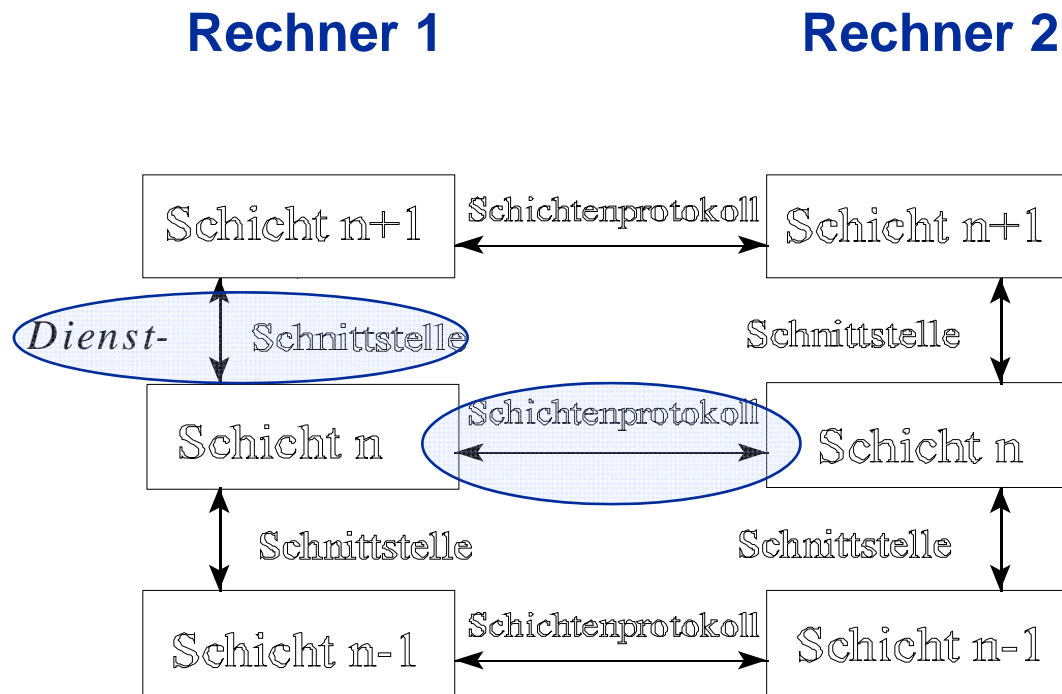




Beispiel aus dem Bereich der kommerziellen Welt: Lieferung eines Werks

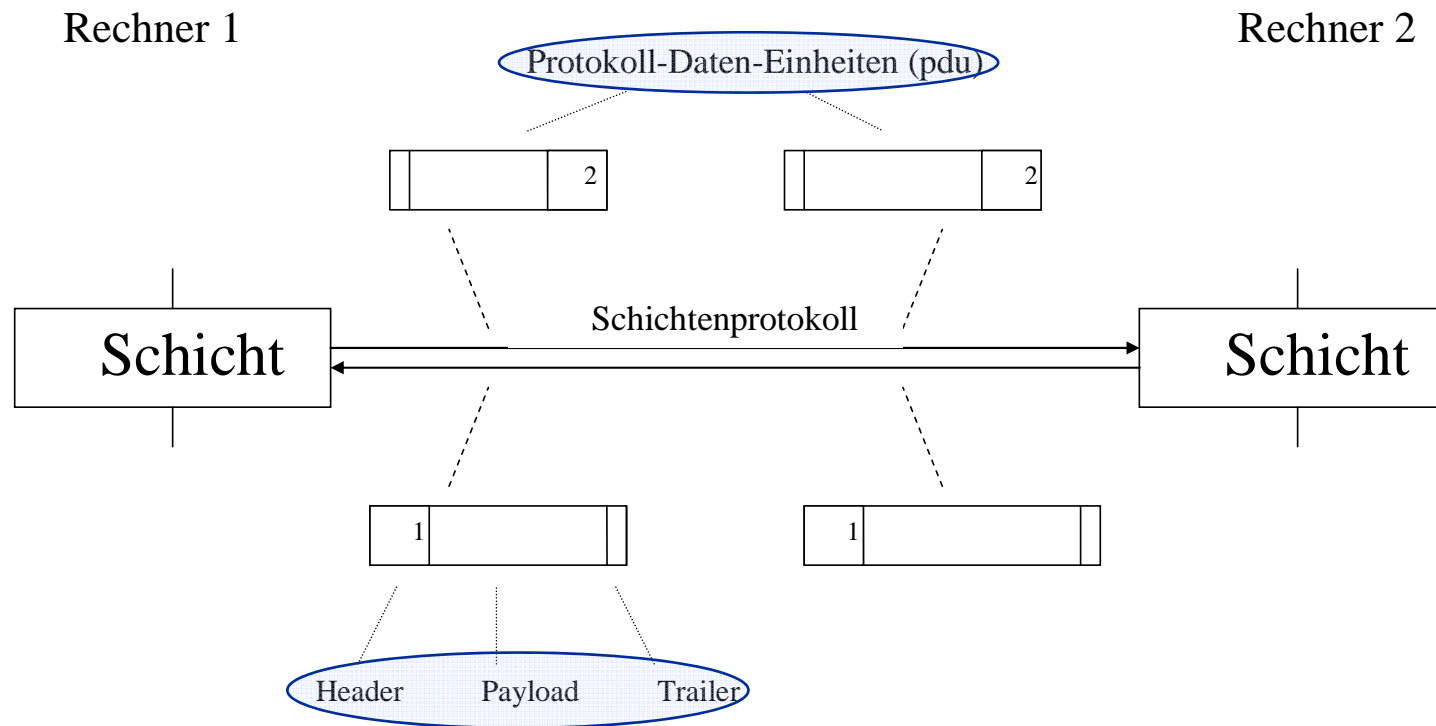


# Schichten-Modell





# Protokoll-Daten-Einheiten

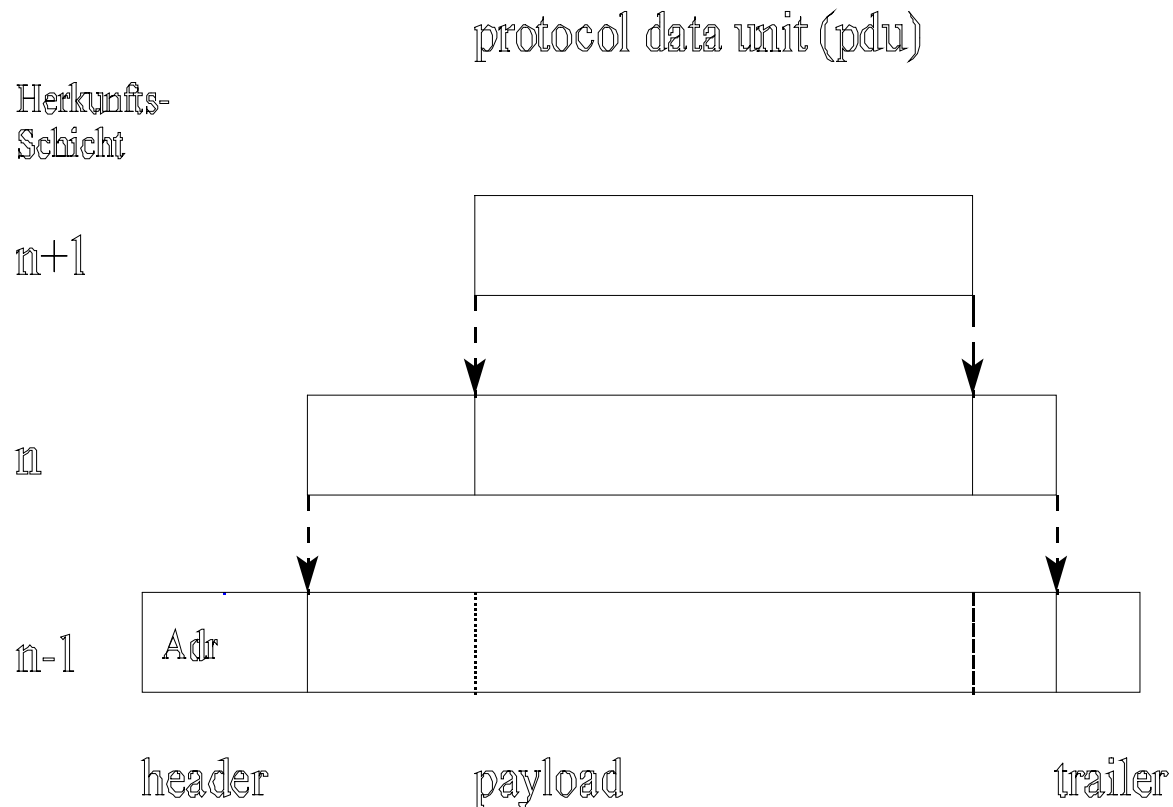


# Schichten & Protokoll-Daten-Einheiten



Trivialbeispiel  
oder

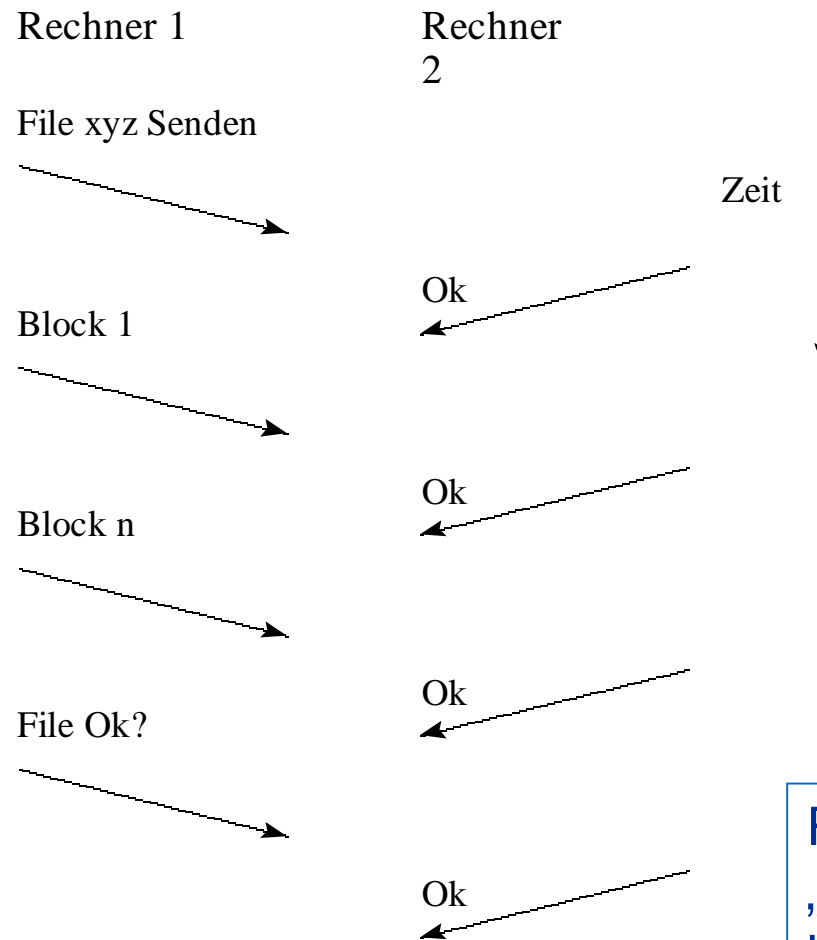
Tüte **mit** Sandwich **mit** Schinken  
*Lieferwagen mit Paketen mit Inhalt*



# Beispiel für einfaches Protokoll

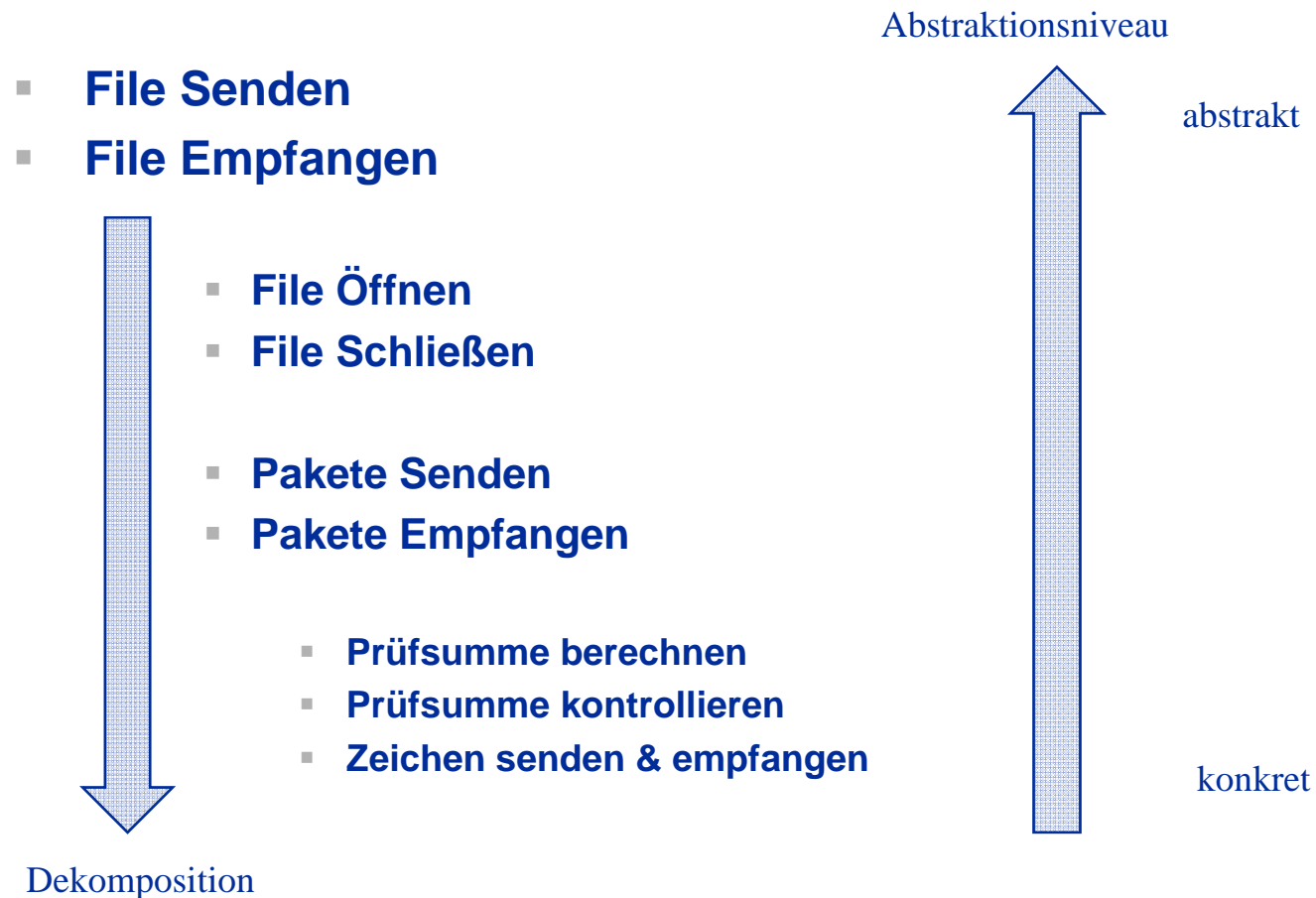


## Ablauf:



**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)**
- **traditionell: *höherer* Durchsatz**
  - **Ziel: je schneller, desto besser (z.B. Filetransfer, Web-Klick)**
    - **Möglichst hohe Werte für übertragene Bits ... Bytes / Zeit**
    - **Abhängig von Partnern, Anwendung und Netz**
    - **Meßwerte abhängig von Schicht (wg Header/Trailer-Overhead)**
- **fortgeschritten: *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

Anwendung		Application
Darstellung		Presentation
Sitzung		Session
Transport		Transport
Netzwerk		Network
Verbindung		Link
Physisch	Medium	Physical

# Bedeutung der Schichten



	<b>Ebene</b>		<b>Gegenstand</b>	<b>Einheit (pdu)</b>
■	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	<b>Pa[c]ket</b>
■	2	Verbindung	Übertragungsabschnitt	<b>Frame</b>
■	1	Physisch	Übertragung	<b>Bit</b>








### 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



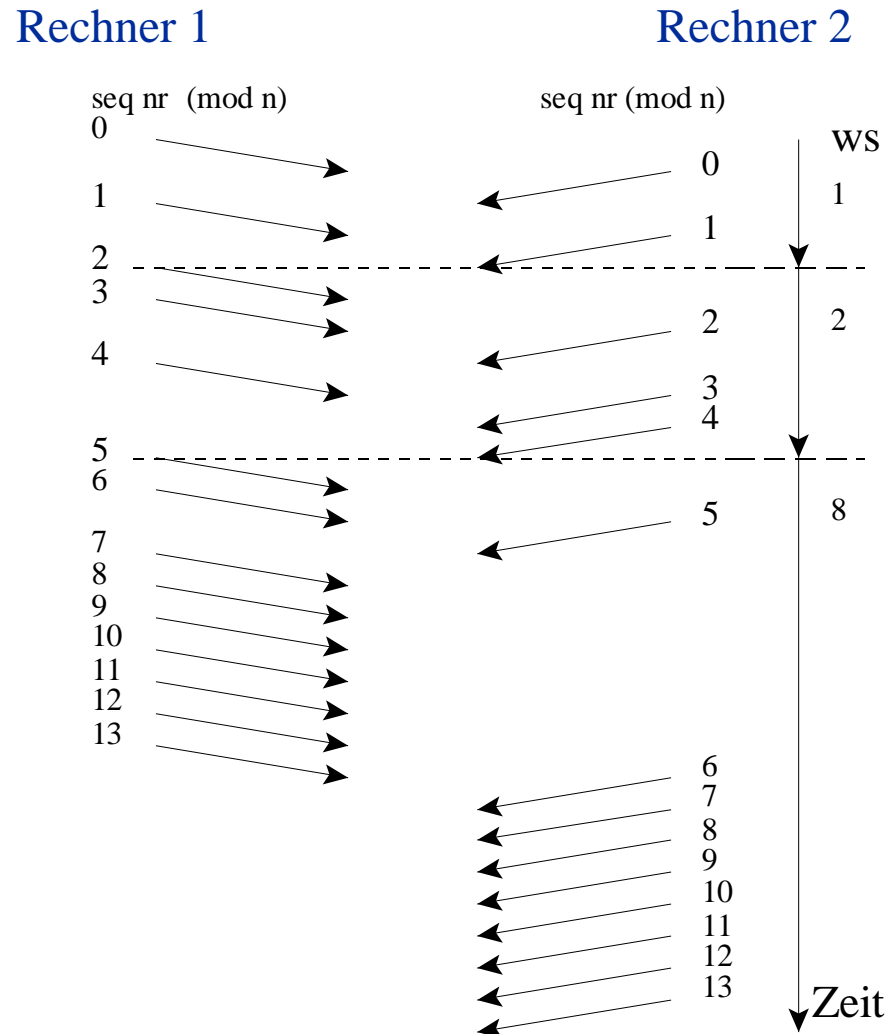
- **Partner/Netz kann sich schützen, durch**

- **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:



$n / WS$  : Fenstergröße/  
Window Size

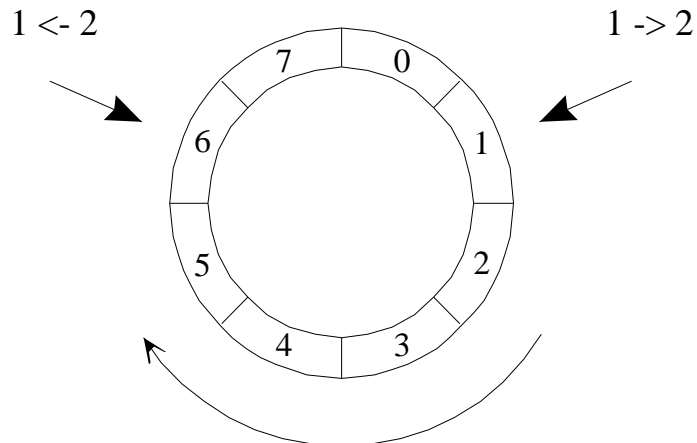
Regel:  
„Empfänger muss nach  
spätestens  $n$  Blöcken  
quittieren“

# 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



- **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 ...

<u>Ebene</u>				
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



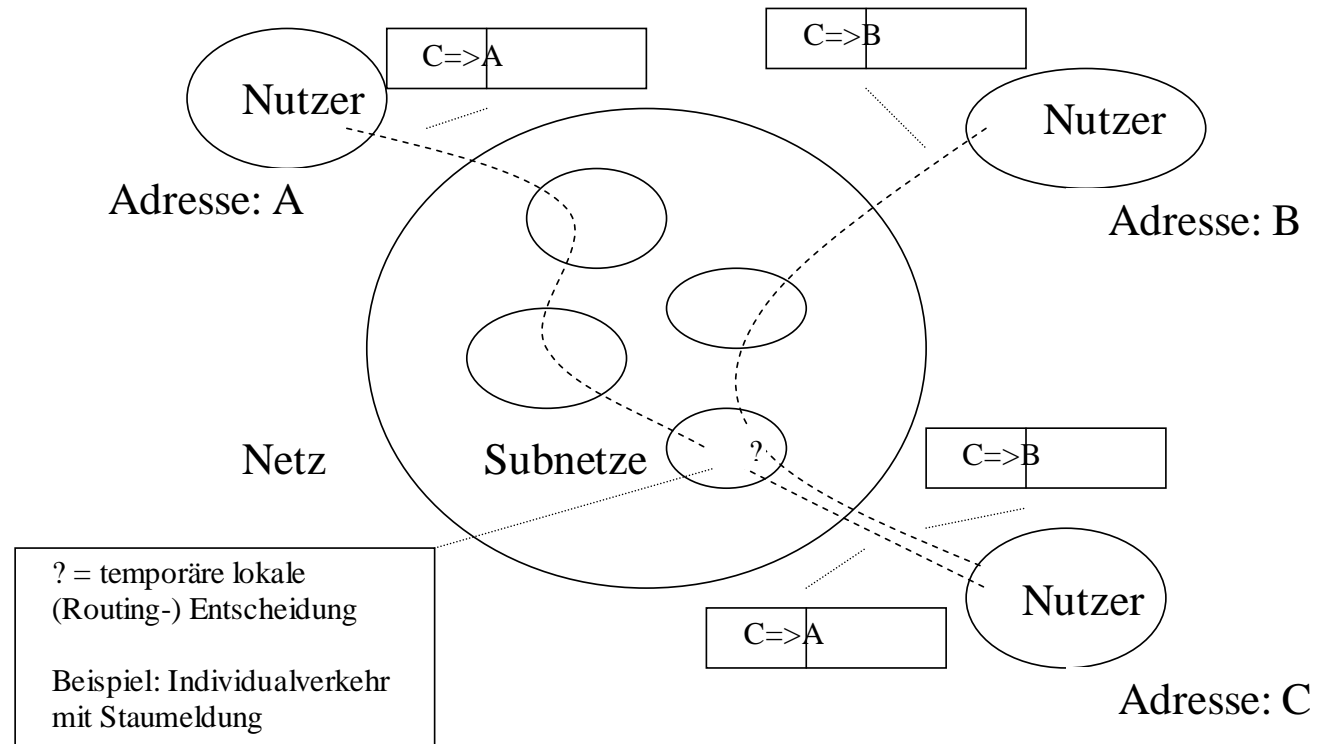
- **verbindungslos**
  - Datenpakete (mit Adreßinformation) bewegen sich selbständig im Netz als Datagramme.
  - Die Wegewahl aufgrund der Adreßinformation ist eine temporäre örtliche („Routing“-)Entscheidung.
  - Beispiel: Individual-Verkehr mit Wegweisern bzw. Verkehrsinformationen
  - Netz-Beispiel: 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.
  - Beispiel: Öffentlicher Schienenverkehr mit Fahrplan
  - Netz-Beispiel: ATM, HDLC, X.25, TCP
- „Art“ kann auf verschiedenen Ebenen unterschiedlich sein



# Datagramme und Adressen



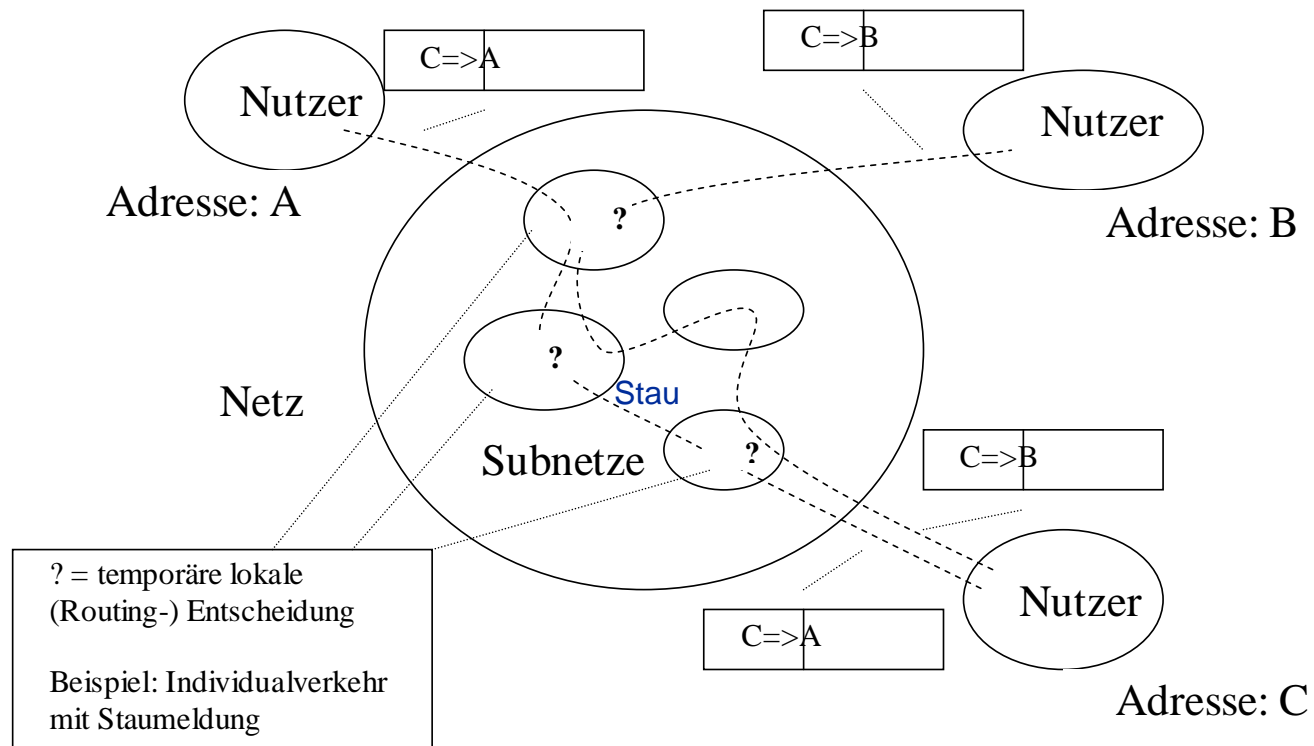
von C nach A bzw. B  
mit Datagrammen



# Datagramme und Adressen



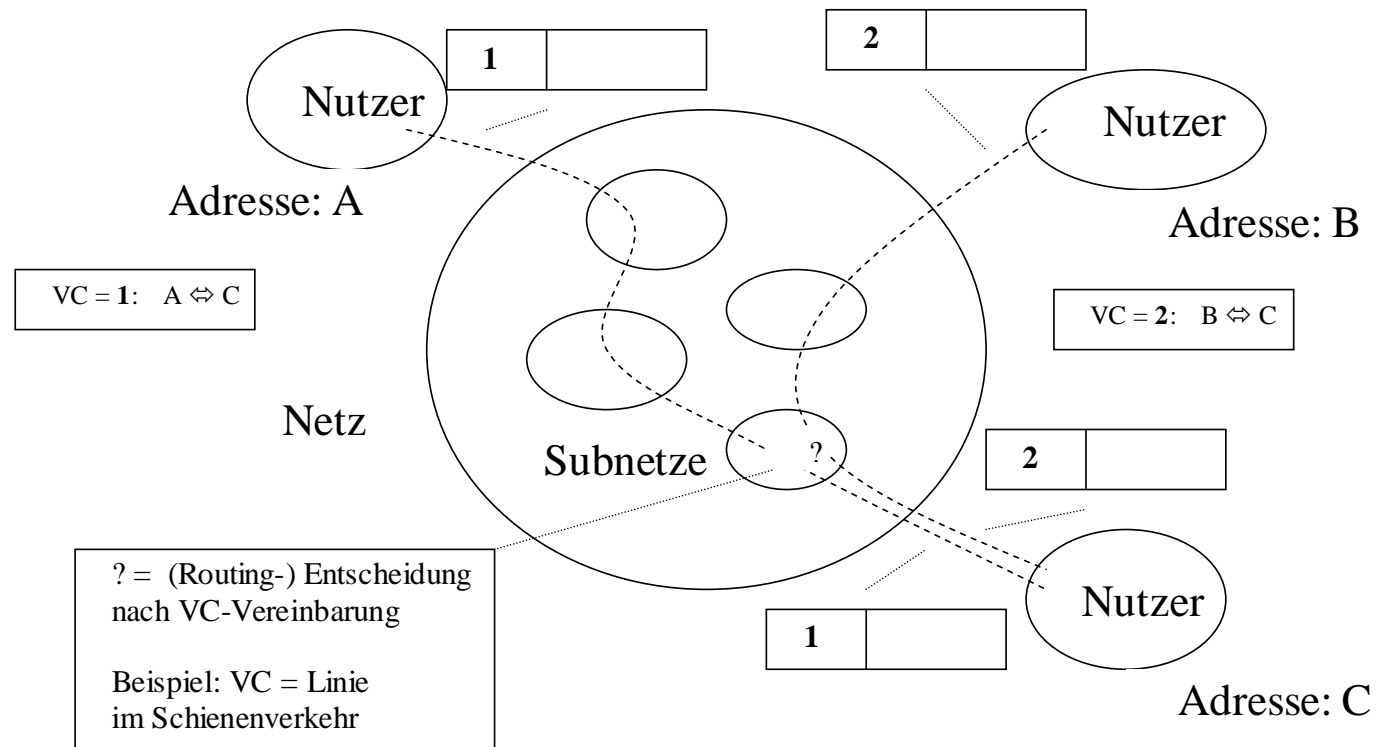
von C nach A bzw. B  
mit Datagrammen



# Virtuelle Kanäle



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



## *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 ...**
  
- **Heute: jeder will nutzen/verdienen, niemand 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 (im Vergleich zu früheren WANs)**
  - **Aktuelle Problematik**
    - **Abbildung von Gruppenwünschen auf eine Infrastruktur**
    - **Gewährleisten der Sicherheitsanforderungen**
    - **Mühevoll (Wiedereinführung der) Regulierung**

# Traditionelle Merkmale



	WAN			Access	LAN		
	Ende '80	Ende '90	Anf '10		Anf '10	Ende '80	Ende '90
Bitfehlerrate	typ 10** <sup>-6</sup>	typ 10** <sup>-11</sup>			typ 10** <sup>-12</sup>		
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 (MAC) hören		
					*) Broadcast		
					Botschaft an "alle"		

## 5. Markt der Netze & Protokolle



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



# Historische (proprietäre) Protokollfamilien



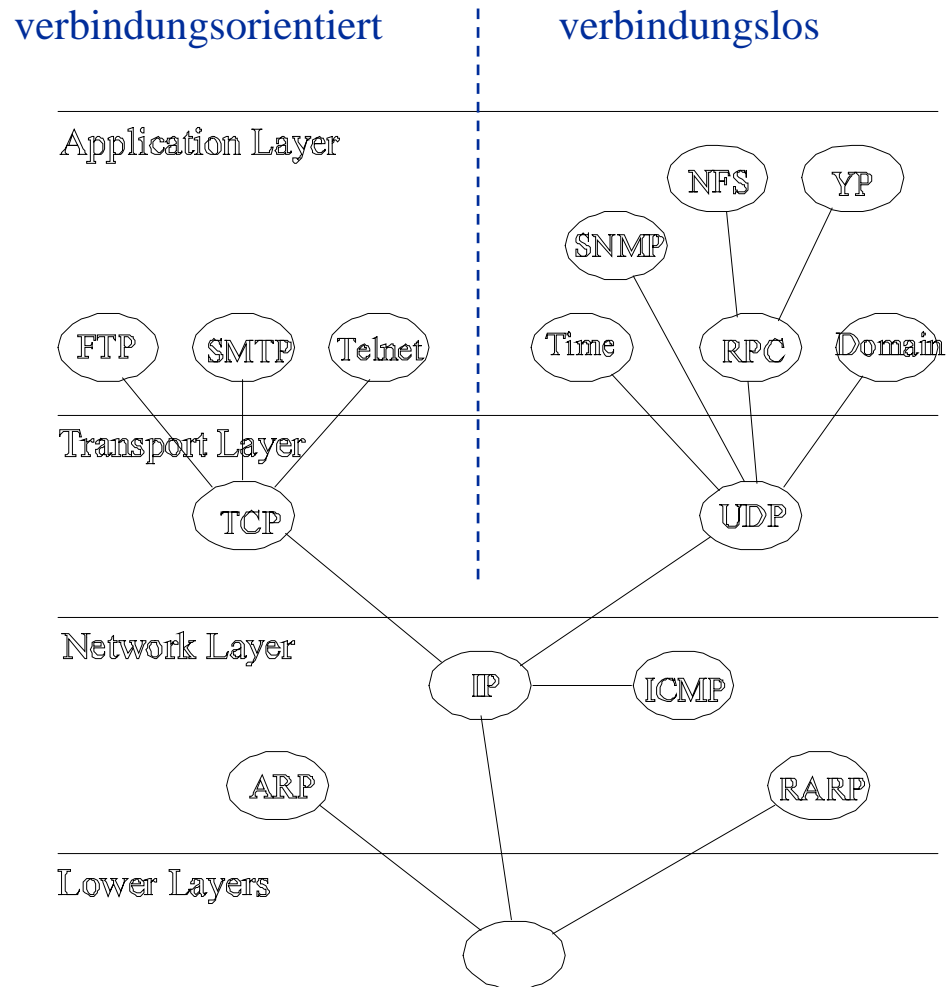
Bezeichnung	Herkunft	Bemerkung
<del>SNA</del>	<del>IBM</del>	<del>Mainframe / proprietär ...</del>
<del>DECnet</del>	<del>digital</del>	<del>proprietär / ISO / TCP-IP</del>
<del>Apple-Talk</del>	<del>Apple</del>	<del>proprietär / Drucker-Betrieb</del>
<del>SPX/IPX</del>	<del>Novell</del>	<del>LAN-orientiert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

# Tendenz der Protokolfamilien



	(ISO-)Ebene		US DoD	ISO/CCITT/ITU	Novell	heute	künftig
7	E-Mail Directory Filetransfer Terminal Transaktion		SMTP  FTP Telnet	X.400 X.500 FTAM VT TP (Transact Prot)		SMTP X.500/LDAP FTP Telnet  IRC SNMP News NFS (Sun) WWW (CERN)	
6	(Darstellung)			...			
5	(Sitzung)		TCP/UDP	...	SPX	TCP/UDP	
4	Ende-zu Ende			TP (Transport Prot)			
3	globales Netz	WAN LAN	IP IP	X.25 X.25 (CONS, CNLS)	IPX	IP	(IP)
2	Übertragungsabschnitt	WAN LAN	HDLC MAC	HDLC MAC		Ether	Ether
1	Übertragung	WAN LAN	SDH / PDH / ATM				FO / WDM / SDH
			TP / FO				FO / WDM

# TCP/IP-Protokollbaum im Schichtenmodell

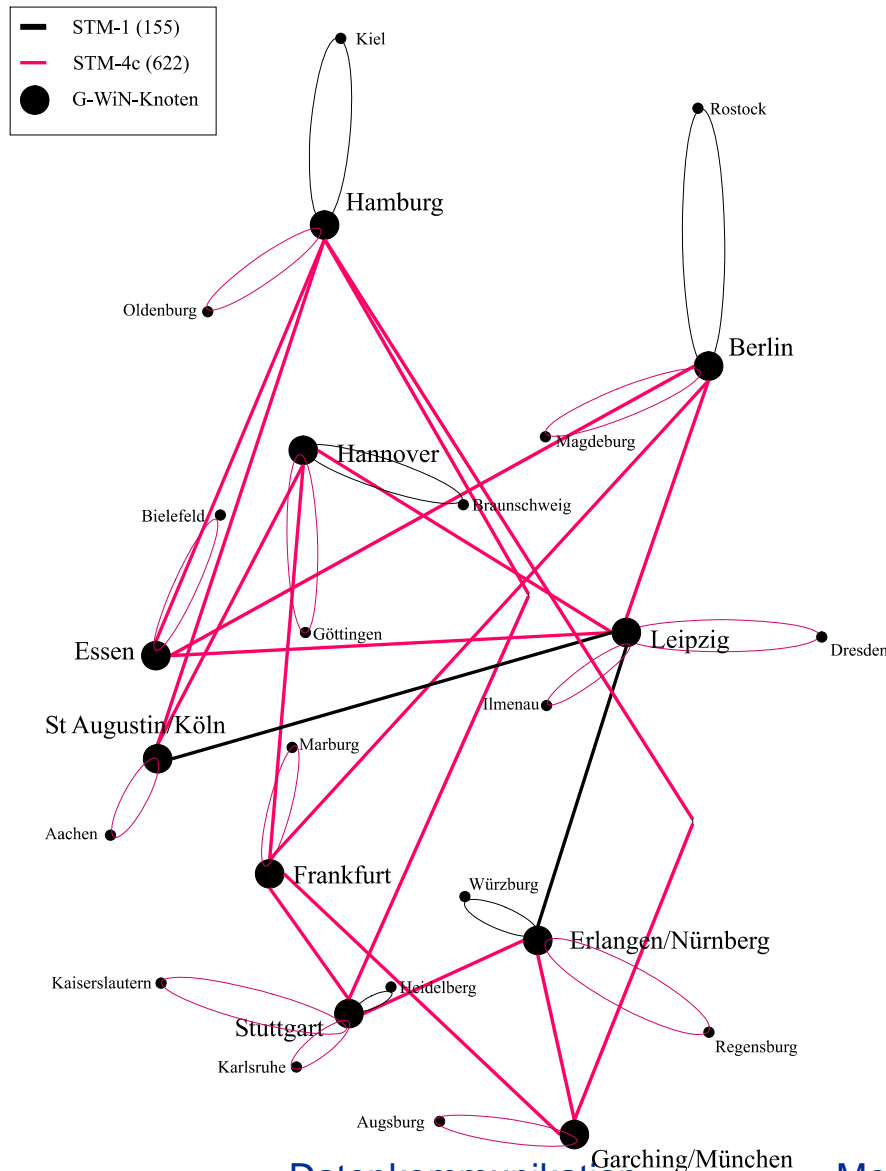


## 6. Beispiele

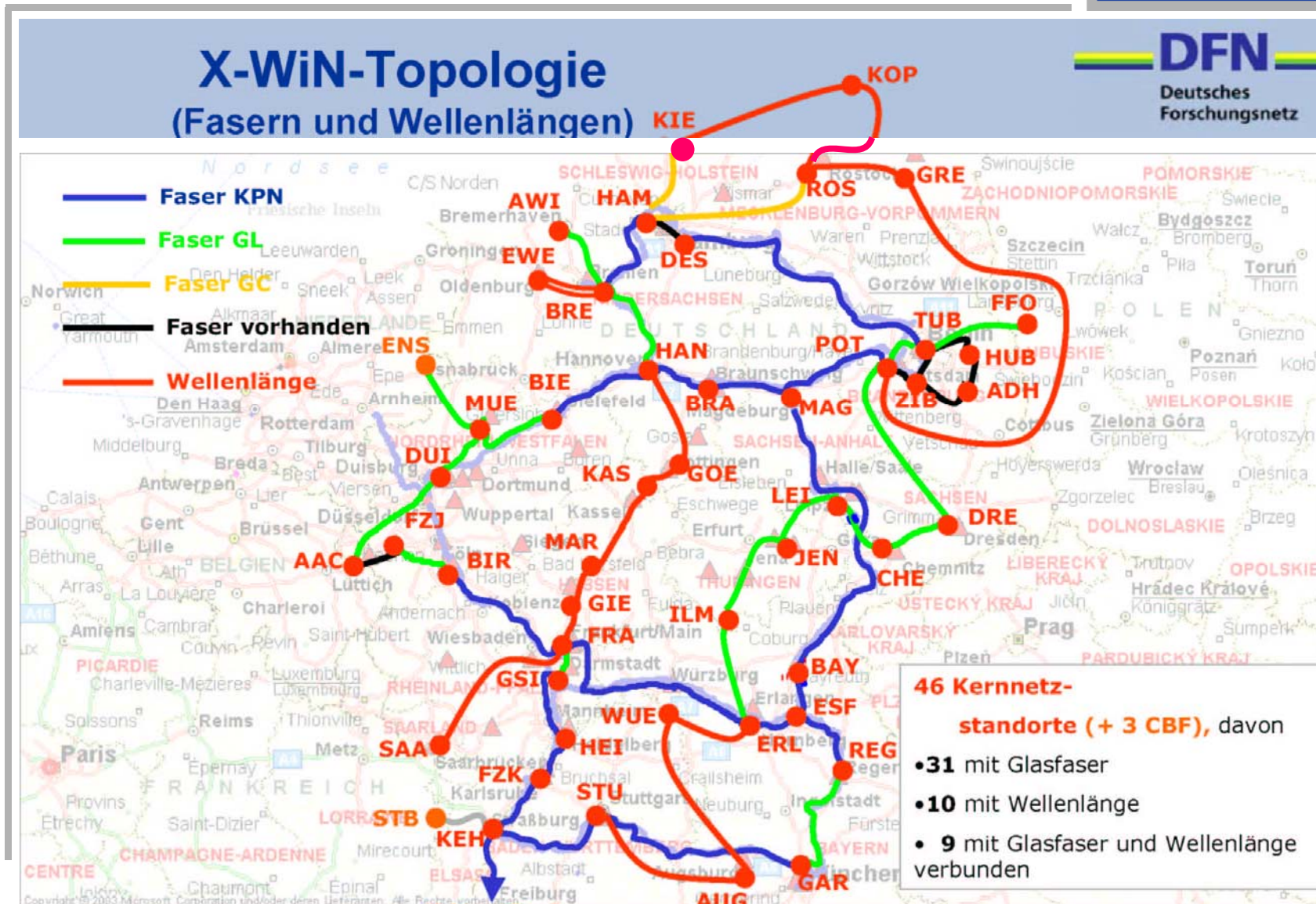


- **WANs**
- **(LANs: s. Beitrag über Netz der FAU)**

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



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

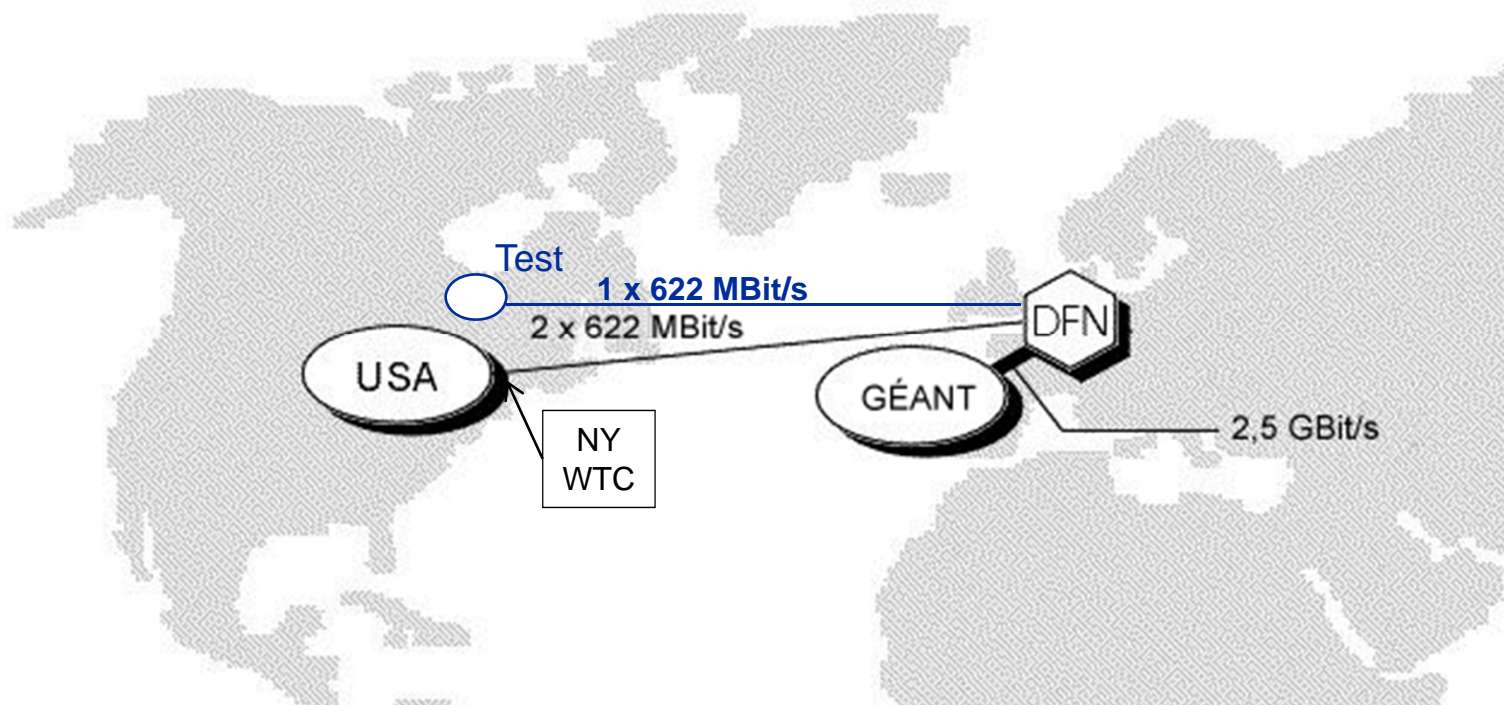


# G-WiN

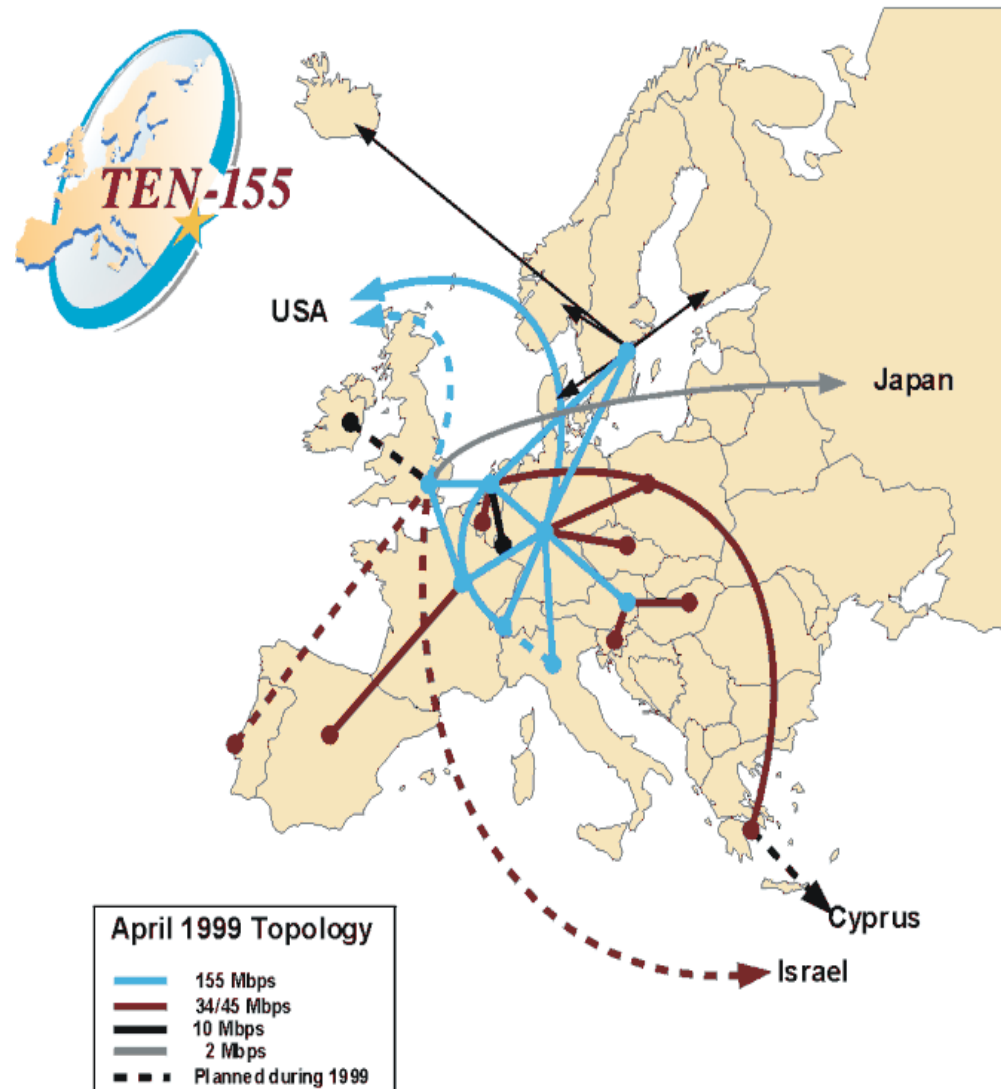
## internationale Anbindung



historisch (September 2001)

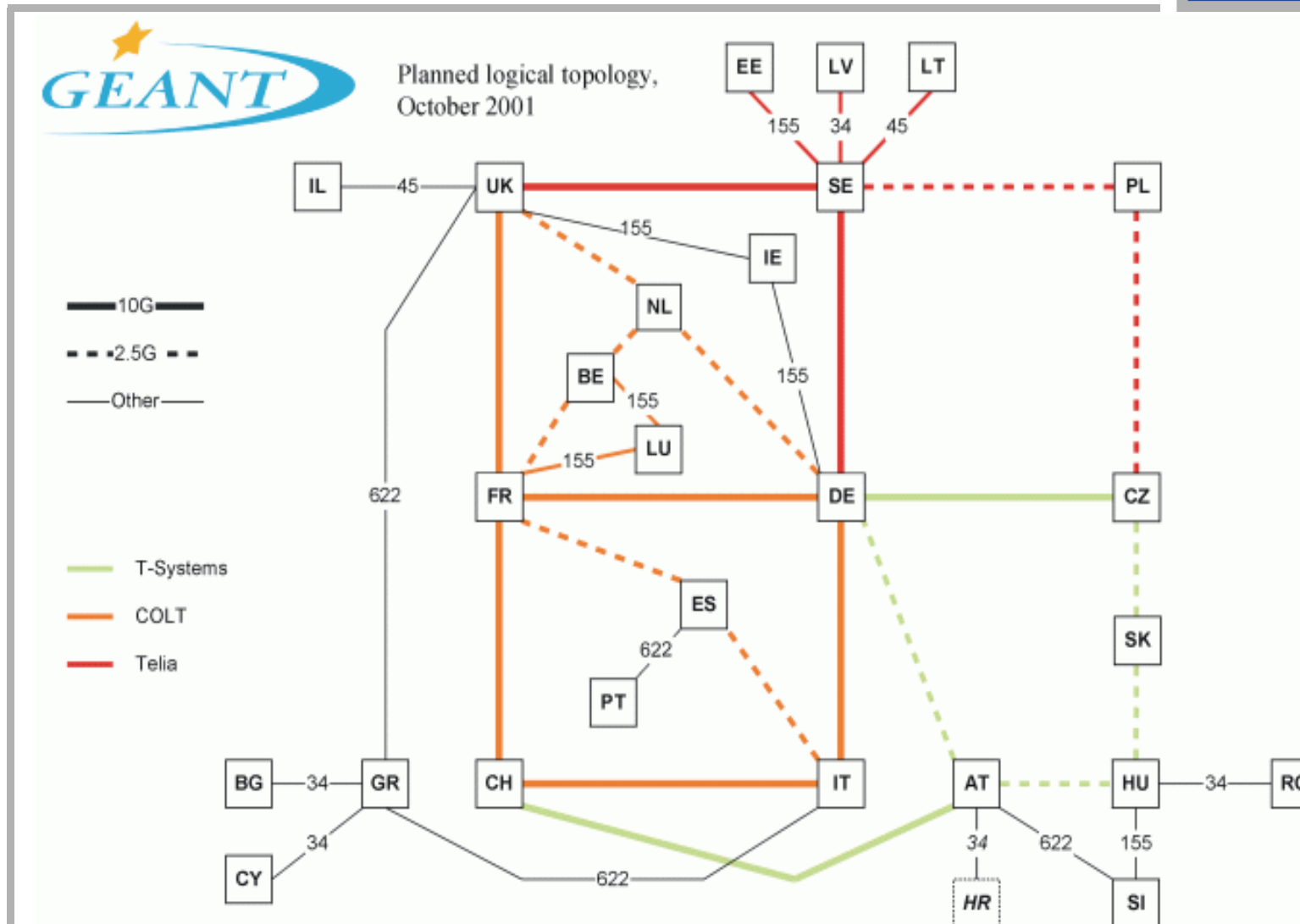


# DANTE TEN-155

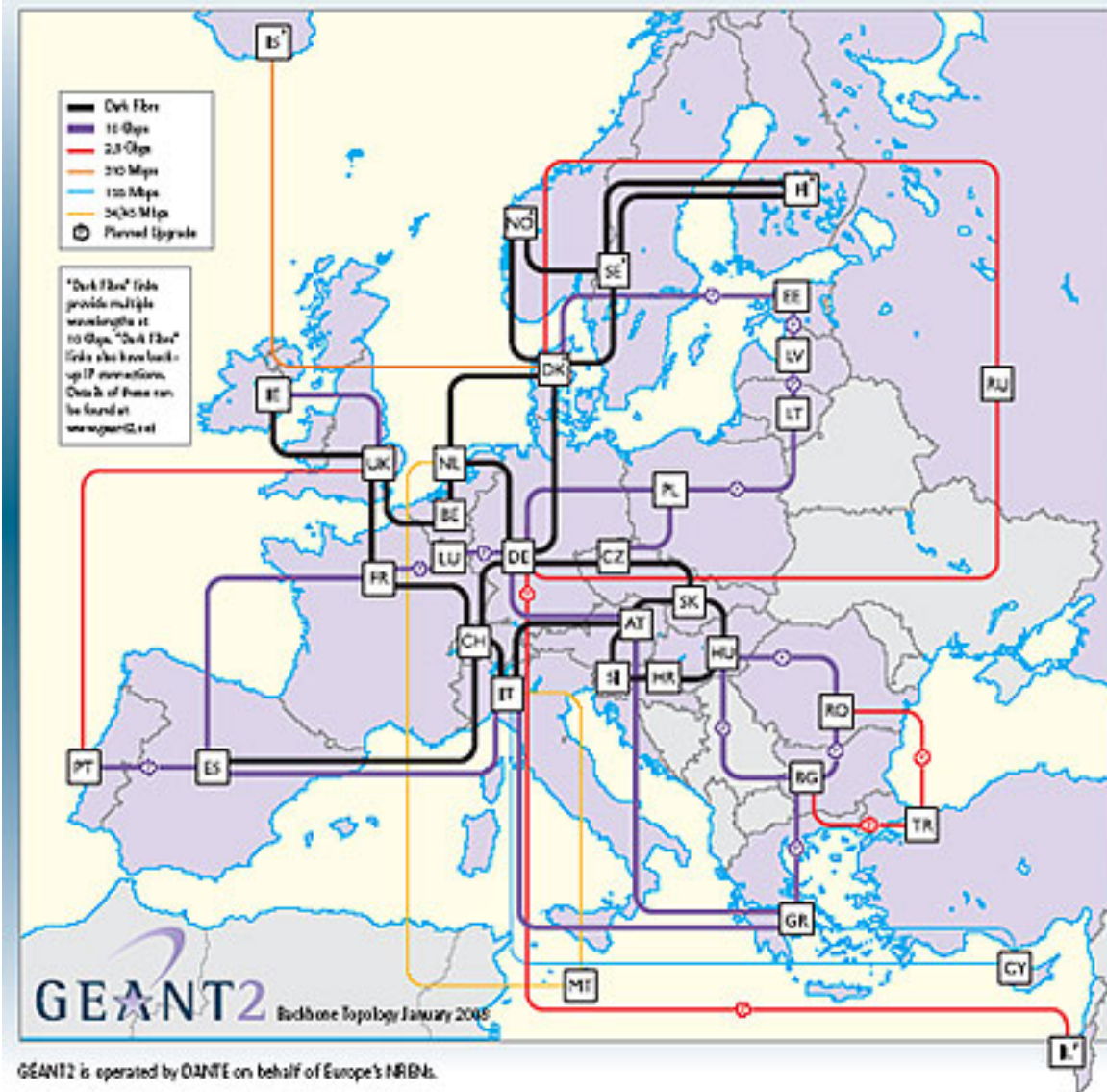




# DANTE GEANT

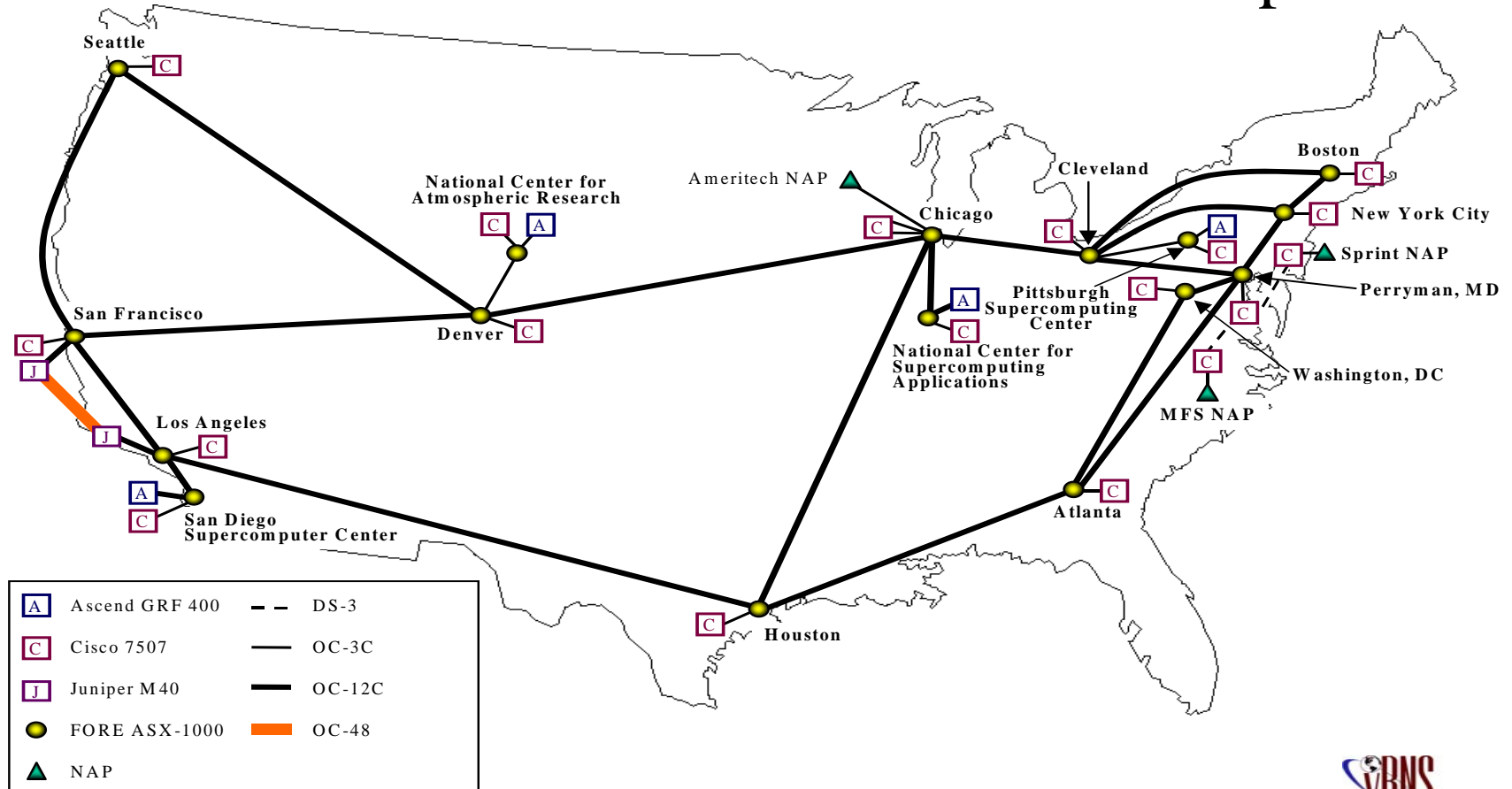


# DANTE GEANT 2





# vBNS Backbone Network Map



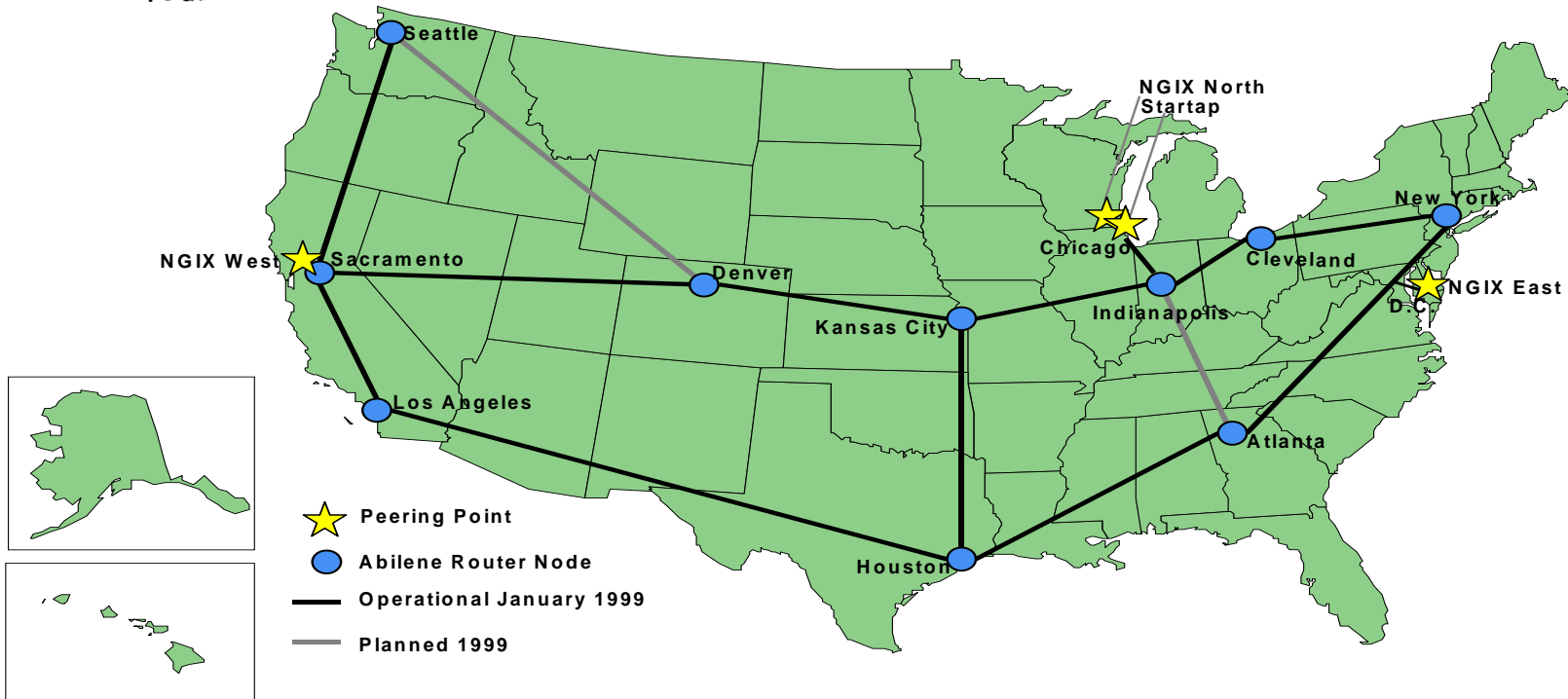
© 1999 MCIWORLD.COM





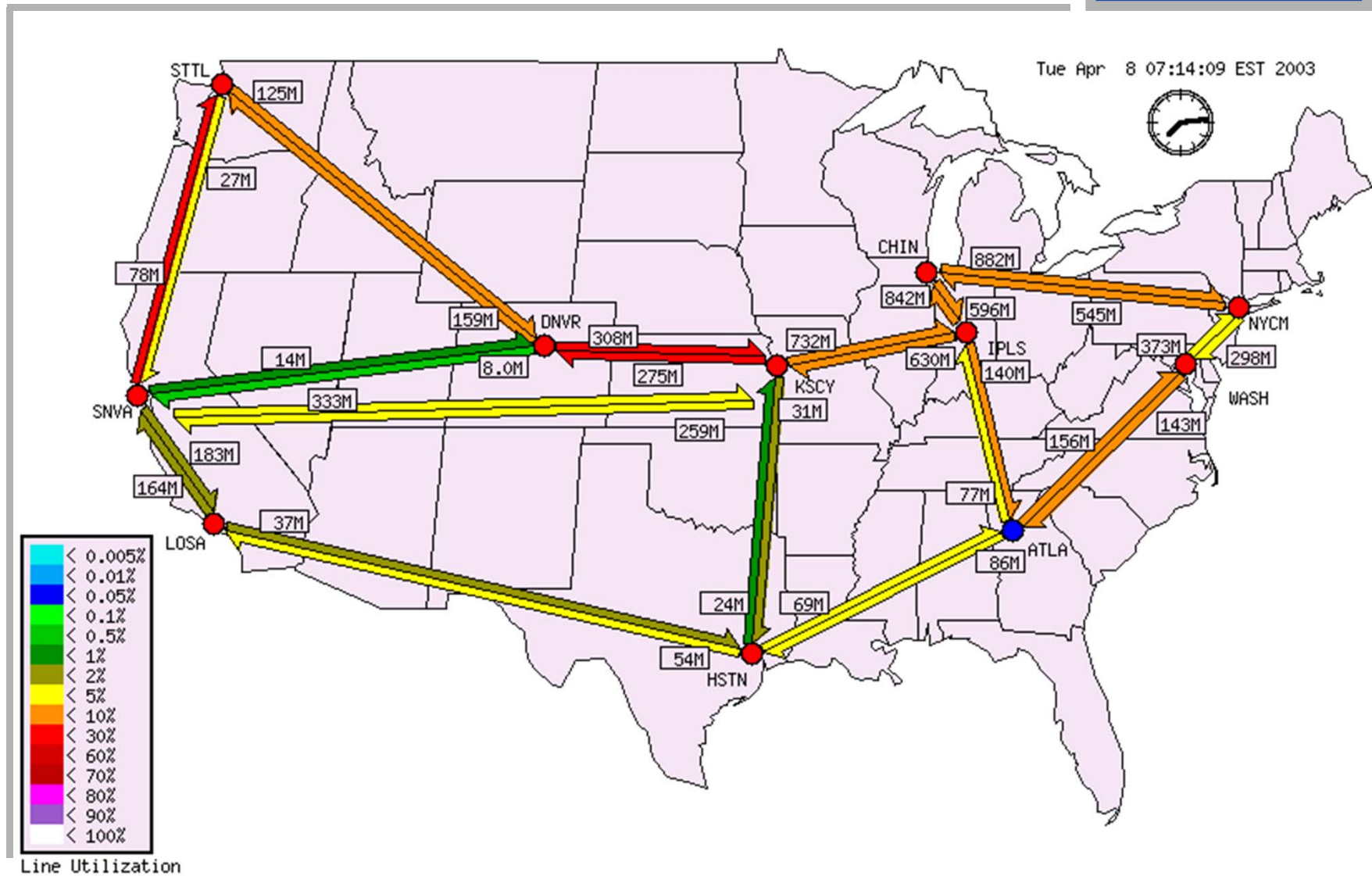
# Abilene Network

February 1999



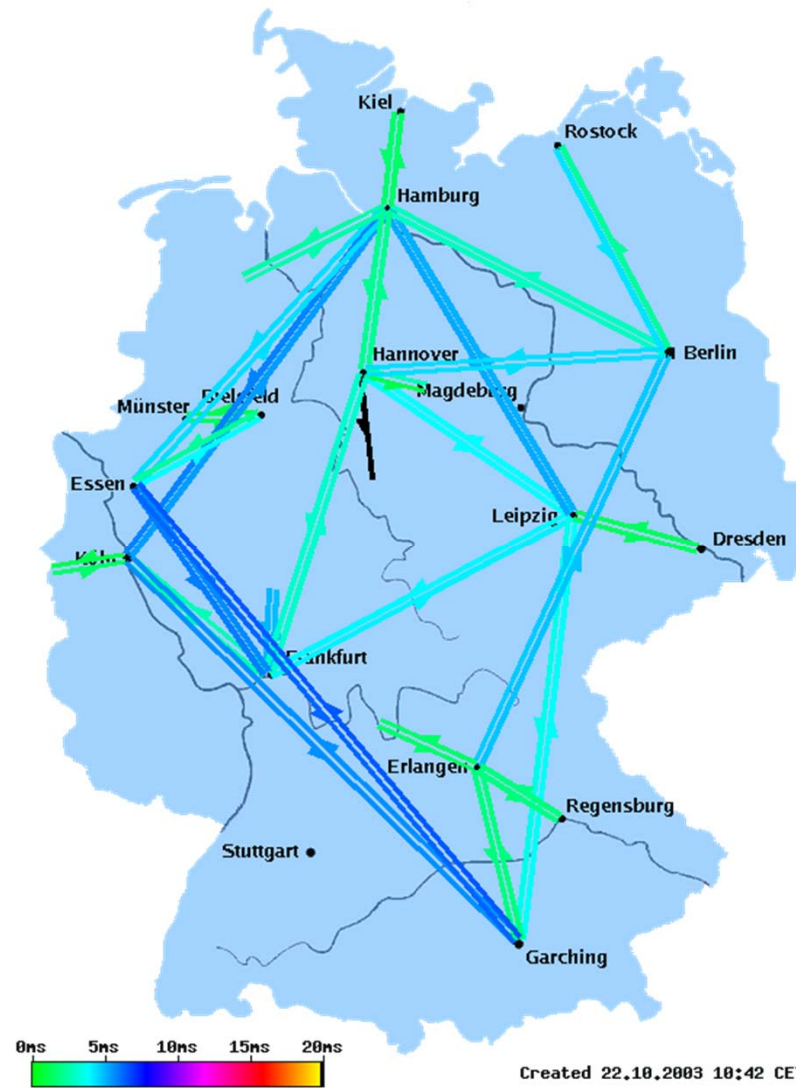
# USA

## Abilene Durchsatzmessungen 2003



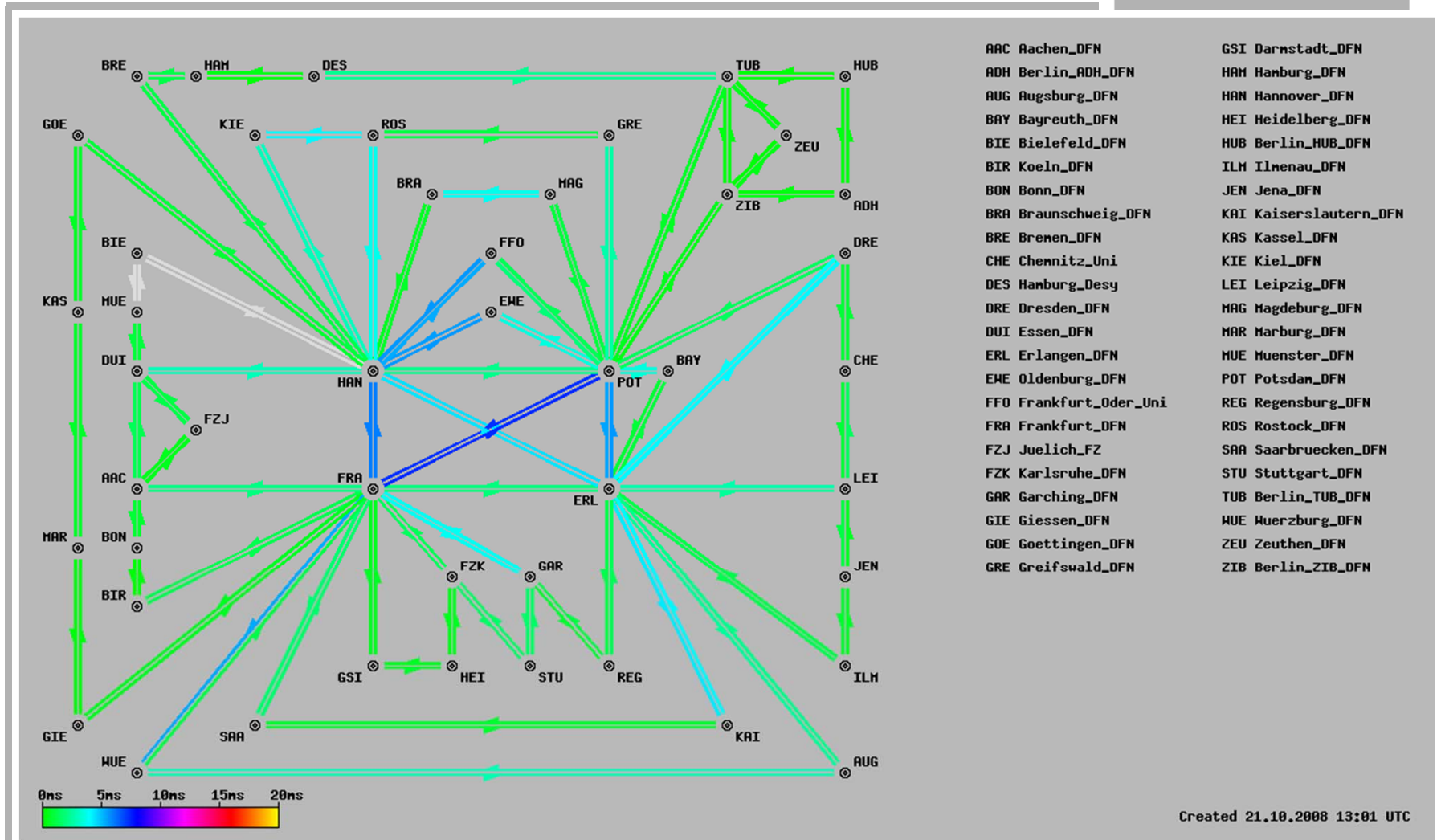
# G-WiN

## Laufzeitmessungen 2003



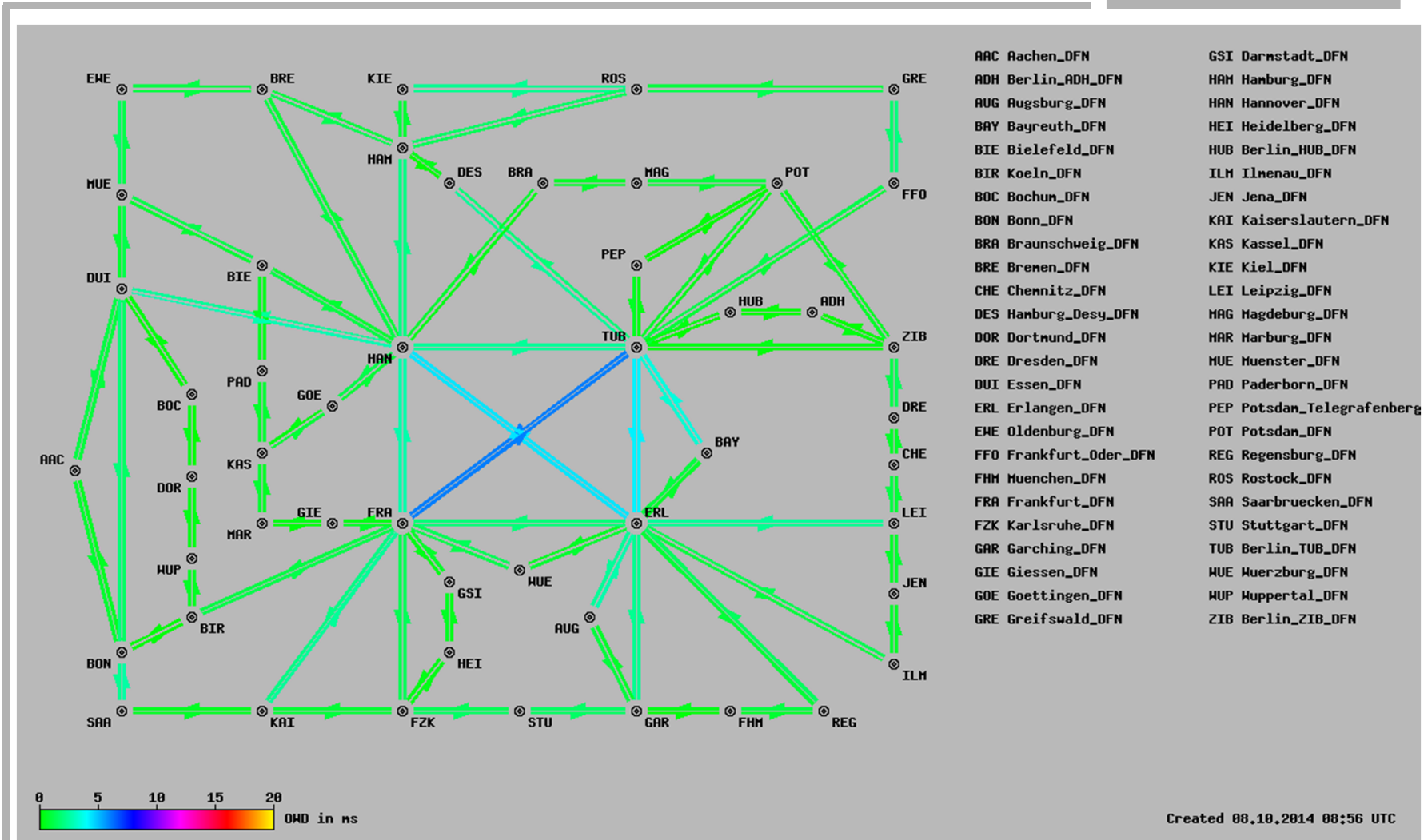
# X-WiN

## Laufzeitmessungen 2008



# XWiN

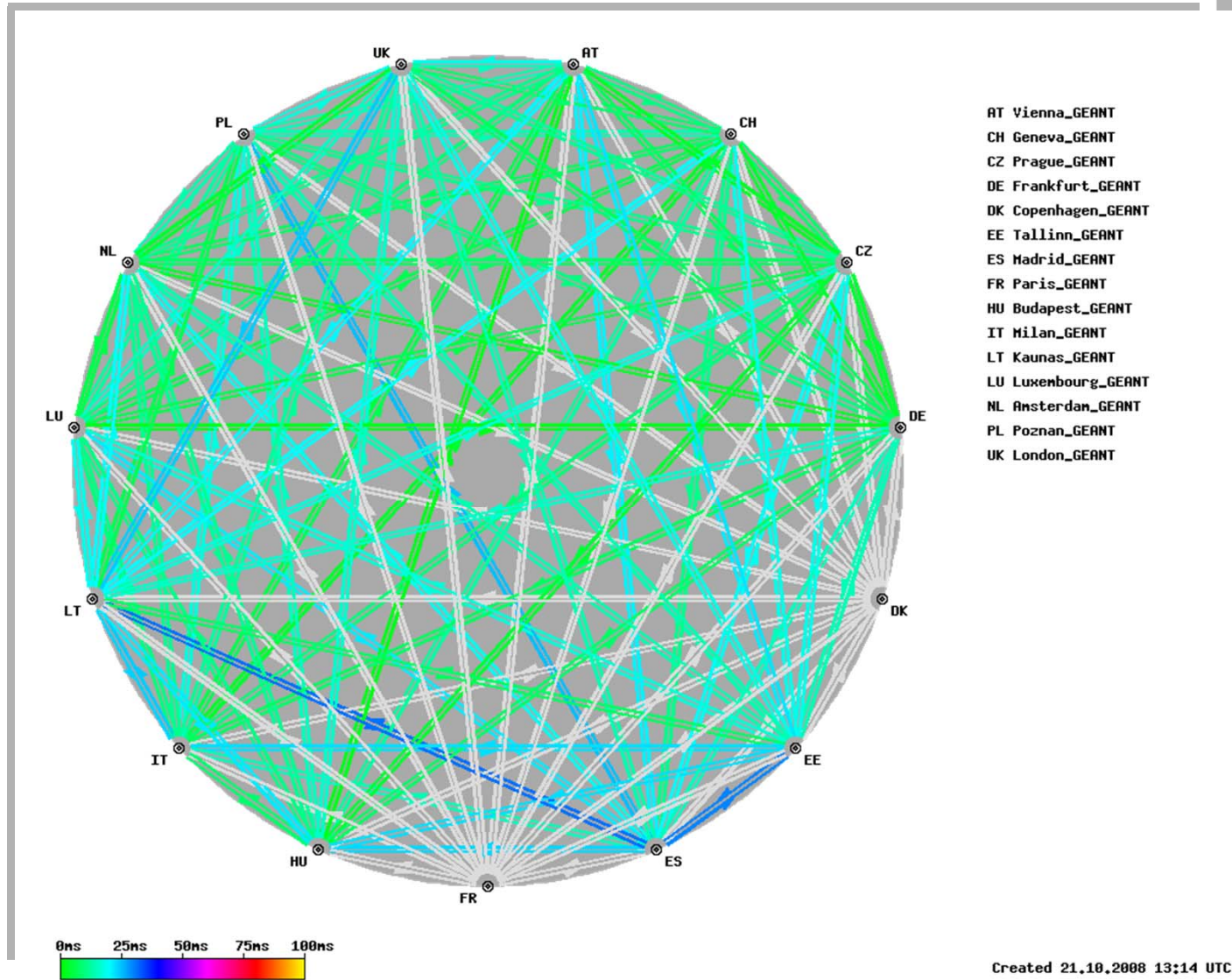
## Laufzeitmessungen 2014





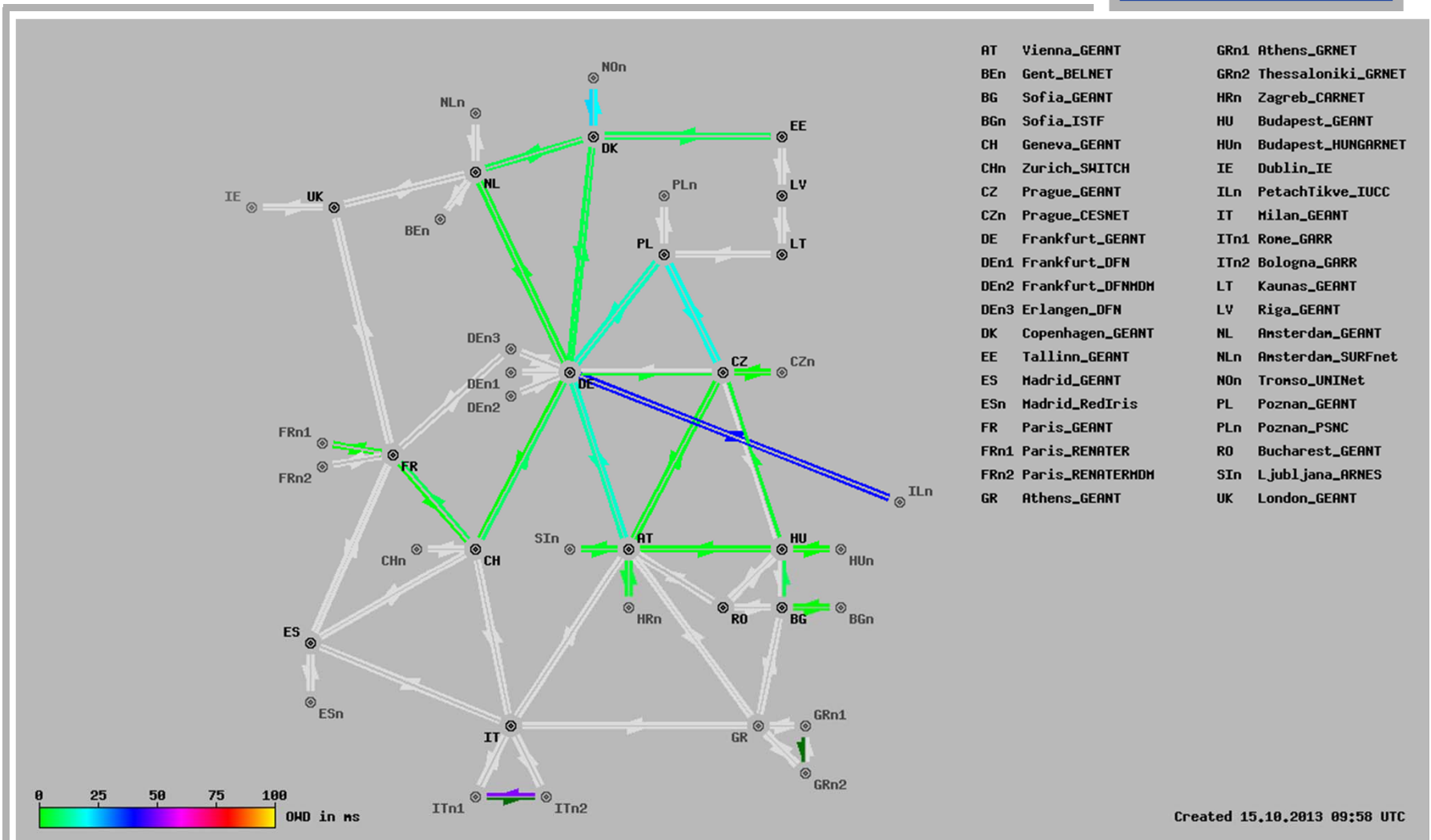
# GÉANT 2

## Laufzeitmessungen 2008



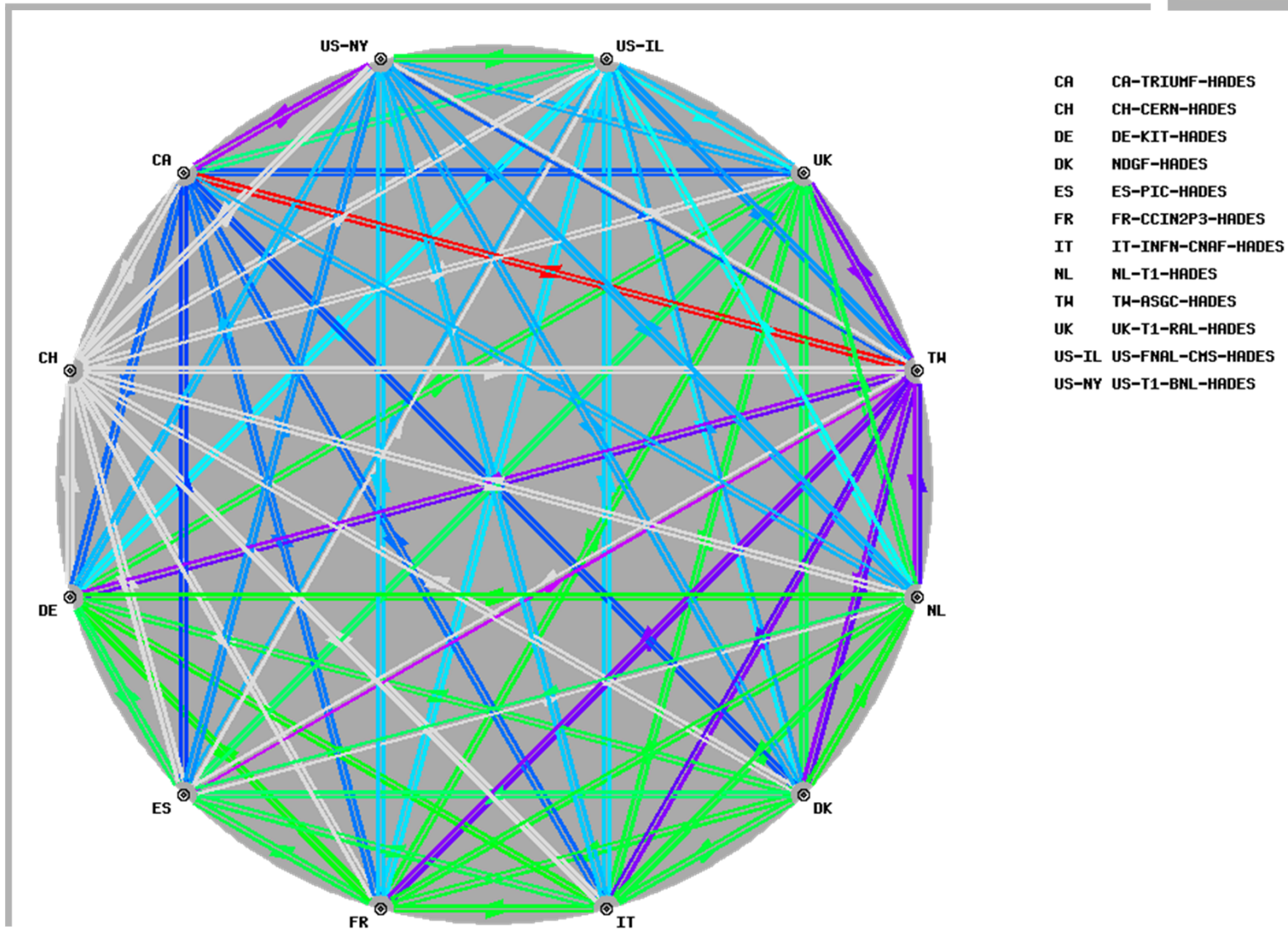
# GÉANT3

## Laufzeitmessungen 2013

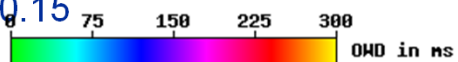


# LHC OPN

## Laufzeitmessungen 2013



14.10.15



Datenkommunikation

Modelle, Begriffe, Mechanismen

51

Created 15.10.2013 09:59 UTC

# Weltkarte Laufzeitmessungen 2013

