

 1968
Regionales
RechenZentrum
Erlangen
2018
50 Jahre

„50 JAHRE IT-GESCHICHTE AN DER FAU“

Das Kommunikationsnetz der FAU – von den Anfängen bis heute

26.04.2018

Dipl.-Math. Uwe Hillmer, Dr. Peter Holleczeck, RRZE



FAU
FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

- **Führung durch die FAU-Netz-Historie in 8 Phasen**
 - **abstrakt**
 - › **FAU vs. Einordnung in „Weltgeschehen“**
 - › **generische Grafik**
 - **konkreter Blick auf FAU**
 - **abwechselnd vorgetragen**
- **stark komprimiert**
 - **Beschränkung auf Quantensprünge (im Rückblick sichtbar ...)**
 - **Betonung auf Technik, wenig Anwendungen**
 - **Sicherheit, Zuverlässigkeit nicht thematisiert**

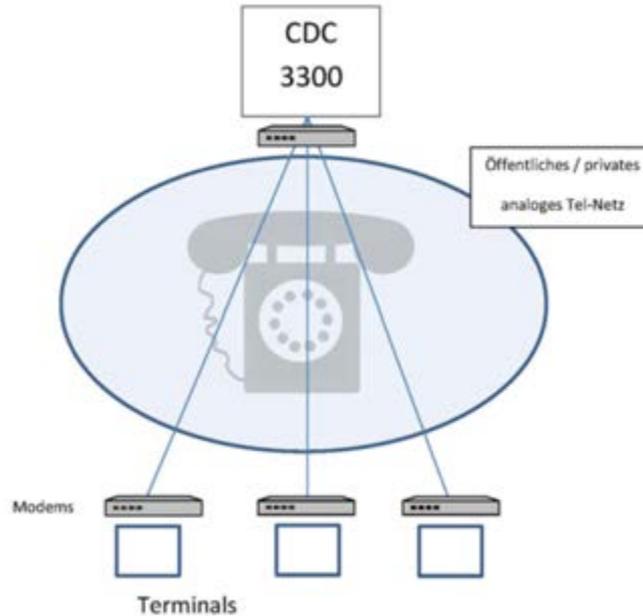
Phase Zeitraum Weltlage

FAU

1	Mitte 60er	Kommunikation über Telefon, Modems	Ein Rechner - schon mit Terminal
2	Mitte 70er	Multiplexer für Knappes Gut Telefonleitungen	2 Rechner mit Terminals, adhoc-Netz, Wählmöglichkeit
3	Ende 70er / Anfang 80er	Digital-Standards nach ISO/CCITT, Datex-P, ISDN, weltweite Konnektivität	interne, externe Rechner an modularem Standard-Netz, Einwählen
3a	Anfang 80er	Ethernet-Hype, Sackgassen, Findungen	Breitband-(Antennen-)Kabel-Netz
4	Ende 80er	einfache Verbundbildung durch Standards	Netzverbund über Bayern, Integration in DFN
5	Anfang 90er	Übertragungstechnik, TCP/IP vs ISO, Kommerz	Aufbau Netz-Infrastruktur, Rechner am "Rand"
6	Frühe 90er	WWW über TCP/IP, Internet-Hype, ATM	Netze auf eigener Infrastruktur, Richtfunk
7	Ende 90er	ATM als Universal-Übertragungstechnik	Daten, Medien, Telefon über *ein* Netz, Weltrekord
8	00er Jahre	Gigabit-Ethernet vs. ATM, Flatrate, Mißbrauch	Netze schneller, weiter, dichter, auch drahtlos

Phase 1: Mitte 1960er

Weltlage: Kommunikation über Telefonleitungen, Modems
FAU: Ein Rechner - schon mit Terminal(s)



Planung RZ, TechFak-Bericht Nr. 9, 1965



Die hier aufgeworfene Frage trifft zusammen mit Untersuchungen, die am Massachusetts Institute of Technology vor einiger Zeit begonnen wurden, und die sich eben die Aufgabe gestellt haben, ohne Verlust an Wirtschaftlichkeit eine größere Benutzerzahl wieder an die Rechenanlage zu setzen. "An die Rechenanlage zu setzen" ist hier der Wirkung nach zu verstehen. Denn tatsächlich können diese Benutzer unter Umständen viele Kilometer entfernt an ihren Fernschreibmaschinen sitzen. Dennoch ist das Be-

zu vergegenwärtigen. Nach anfänglichem Gebrauch einzelner Stromerzeugungsaggregate für spezielle Zwecke ging man zum Elektrizitätsversorgungsnetz, und ebenso ging man von den einzelnen Telefonverbindungen zwischen je zwei Partnern zum zentralen Telefonnetz über, welches jeden Teilnehmer mit jedem anderen verbindet. Unsere Zivilisation stützt sich ganz wesentlich auf diese beiden Netze. Hinsichtlich der Nutzung künstlicher Intelligenz, wie sie von den Rechenautomaten angeboten wird, ist kaum eine andere Entwicklung zu erwarten. Eine solche zeichnet sich auf dem Gebiet der "Information" schon ab in einigen Anlagen ähnlichen Charakters, etwa für automatische Platzbuchung oder für Flugsicherung. Hier hat sich das bereits vollzogen, was sich nun auch im Hochschulbereich anbahnt, nämlich die Schaffung eines "Versorgungsnetzes für künstliche Intelligenz".

S. 5

eine solche zentrale Anlage nicht nur für den speziellen Bedarf der neuen Technischen Fakultät, sondern für die ganze Universität mit allen ihren Fakultäten einschließlich der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät in Nürnberg (20 km) zur Verfügung zu stellen. Es muß außerdem angestrebt werden, auch die Sternwarte in Bamberg (40 km) an das Rechenzentrum anzuschließen.

Es ist ja immer zu bedenken, daß anderenfalls der Einsatz kleiner, weniger rationell arbeitender Rechenanlagen an den Außenstellen der Universität nicht zu vermeiden sein würde.

Anlage
Für die Erlanger/ist, wie ein Überschlag zeigt, mit einer Zahl von etwa 30 Außenanschlüssen zu rechnen. Aus dem voraussichtli-

S. 6

S. 7

Gründung Rechenzentrum



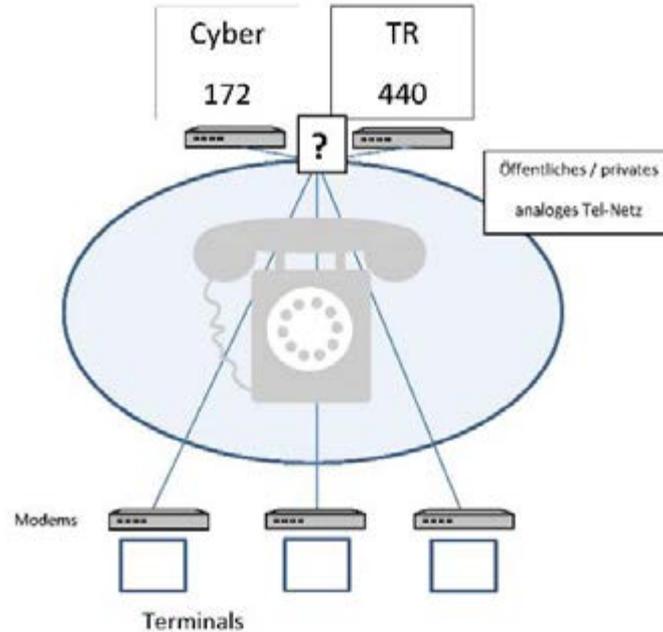
- **Gründung Rechenzentrum (1968)**
 - **Zentrale Rechenkapazität (EDV) für FAU**
 - **Großrechner CD 3300 (Control Data)**
 - **Stapelbetrieb (Ein- / Ausgabe vor Ort)**
 - **„Einfacher“ Dialogbetrieb (zeichenorientiert)**
- **Ansätze Datenfernübertragung (DFÜ):**
 - **RJE (Fernzugang, Leser / Drucker-Station)**
 - **Dialogbetrieb (Fernschreiber, „einfache“ Sichtgeräte)**
 - **Schnittstellen: Seriell, V.24, synchron / asynchron**
 - **Übertragung: Modems, Telefon-Leitungen**

RJE-Außenstation Nürnberg 1974



Phase 2: Mitte 1970er

Weltlage: Multiplexer schonen knappes Gut Standleitungen
FAU: Zwei Rechner & Terminals, adhoc-Netz, Wählmöglichkeit



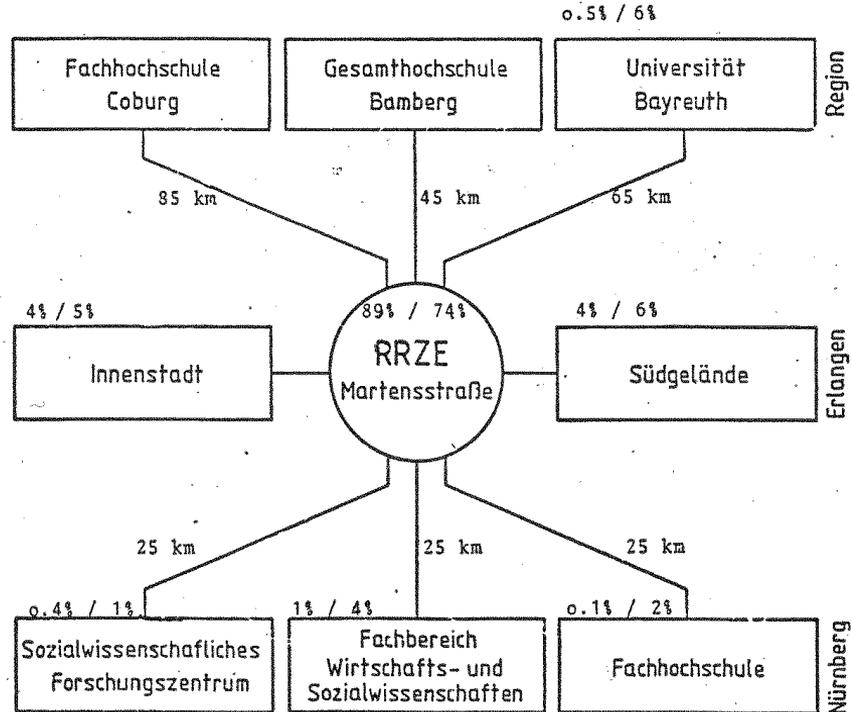
Regionales Rechenzentrum (RRZE)



- **RRZE (Organisationsbescheid 1979)**
 - **Region Nordbayern (ER, BA,BT,CO,N)**
- **Netzbedarf**
 - **Bereitstellung zentraler Rechenleistung**
 - **2 Großrechner in Erlangen (TR440, Cyber)**
 - **Dialoganwendungen (Terminals, Sichtgeräte, Kleinrechner)**
 - **Aufträge, Druckausgaben (RJE)**
 - **Wahlmöglichkeit**
 - **Kooperation mit der Informatik (INFRA)**

Regionaler Verbund

LAGEPLAN DES RECHENZENTRUMS UND DER WICHTIGSTEN BENUTZER
MIT ANGABE DER BISHERIGEN / ZUKUNFTIGEN NUTZUNGSANTEILE

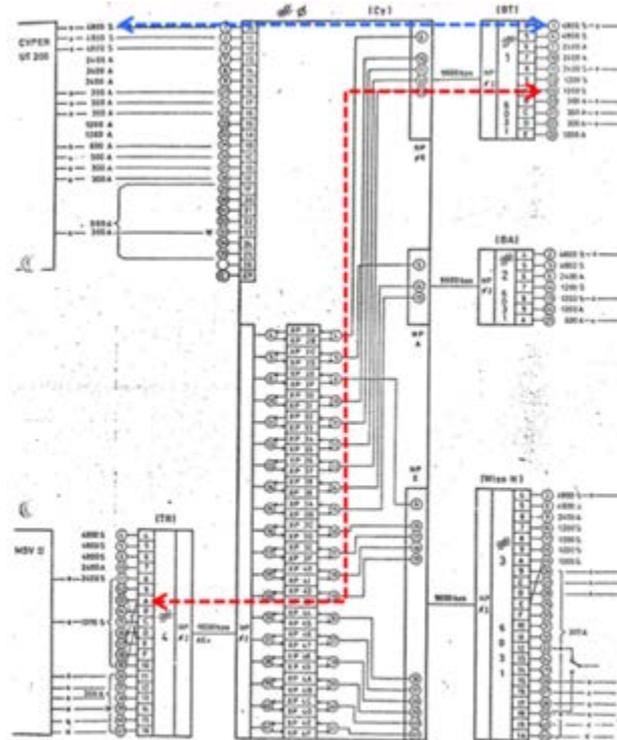
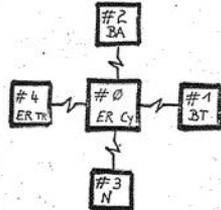


- **Netzlösung**
 - **Datenfernübertragung (seriell, sync / async)**
 - **Systemabhängige Protokolle (VT100, MSV1/2, UT200)**
 - **Mietleitungen (Post, Standleitungen, HfDs, bis 9.6 kbps)**
 - **Mehrfachnutzung durch (proprietäres) Multiplexen**
 - **Fest geschaltete, transparente Verbindungen**

Übertragungsnetz: Statistische Multiplexer

Uni Erlangen-
Nürnberg

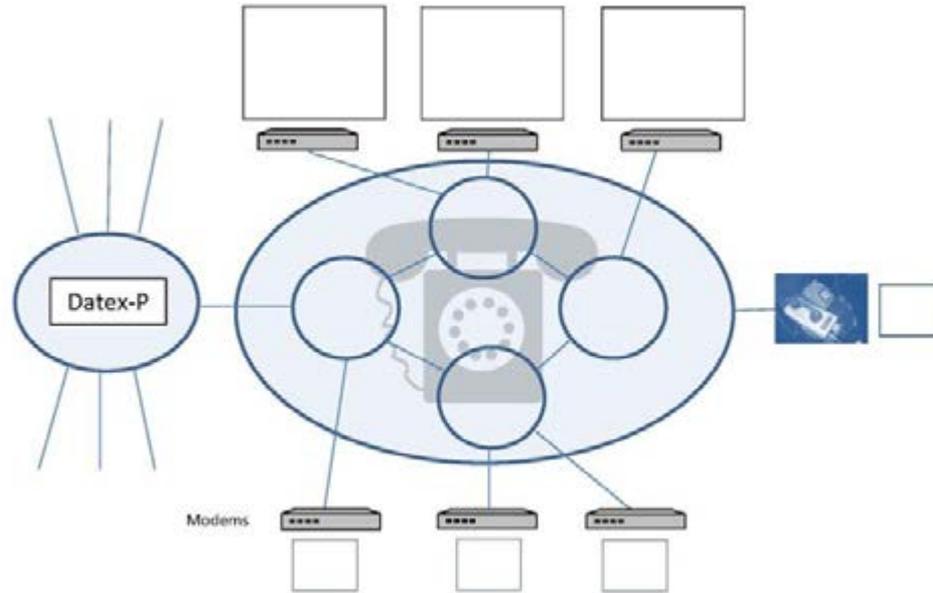
6030/6040 Netz



UNI Erlangen
Abgabe zum Vorleser
Stand 26.4.79

Phase 3: Ende 1970er / Anfang 1980er

Weltlage: Digital-Standards nach ISO, Datex-P & ISDN, weltweit
FAU: interne, externe Rechner an modularem Standard-Netz; Einwählen



Genormtes Netzwerk (X.25)



- **Netzbedarf**
 - **Flexibilität (wählbare Verbindungen)**
 - **Wachstum, Übertragungsleistung**
 - **Überregionale Kommunikation (Bayern, Unis, International)**
 - **Anwendungsspektrum (Filetransfer, Mail, IP-Transfer)**
 - **Systemunabhängige Protokolle**

Genormtes Netzwerk (X.25)



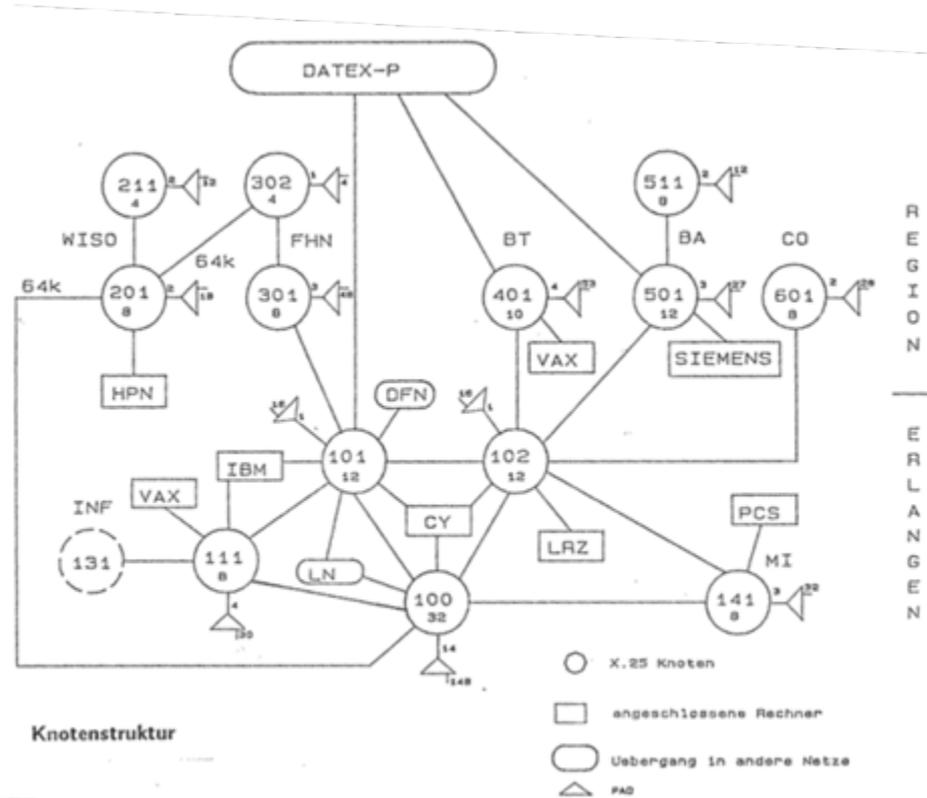
- **Netzlösung**
 - **Regionales X.25-Netz**
 - **Paketvermittlung, Verbindungswahl**
 - **Private und öffentliche Addressierung**
 - **„Organische“ Erweiterung durch Übergänge**
 - **Datex-P / international (Post)**
 - **Bayerisches Hochschulnetz (BHN)**
 - **Wissenschaft (WiN)**
 - **Normung (CCITT, ISO/OSI)**

Netz - 1987 / X.25-regional-international

Das Kommunikationsnetz

des RRZE

08.12.1987



Knotenstruktur

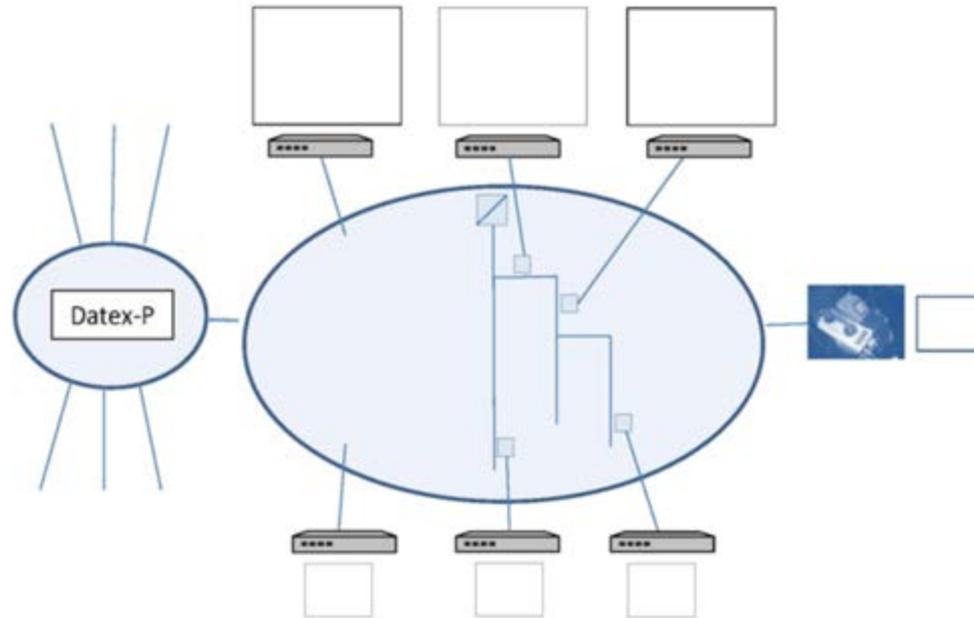
Heinz Adomeit
Robert Bell
Gerhard Hergenröder
Uwe Hillmer
Peter Hollecsek

- **Übertragungsmedien**
 - Mietleitungen, Post (bis 9.6 kbps)
 - Eigene Leitungen, Telefonverkabelung (bis 2 mbps)
 - Öffentliche Netze
 - Datex-P, Post 4.8 kbps)
 - WiN, DFN (64 kbps, 2 mbps)
- **Dialogdienste über PAD (X.3, X.28,X.29)**
 - Terminals / PCs (V.24 async, VT100)
 - Rechner mit X.25 (Multiplexschnittstelle)
- **Protokolle oberhalb Level 4**

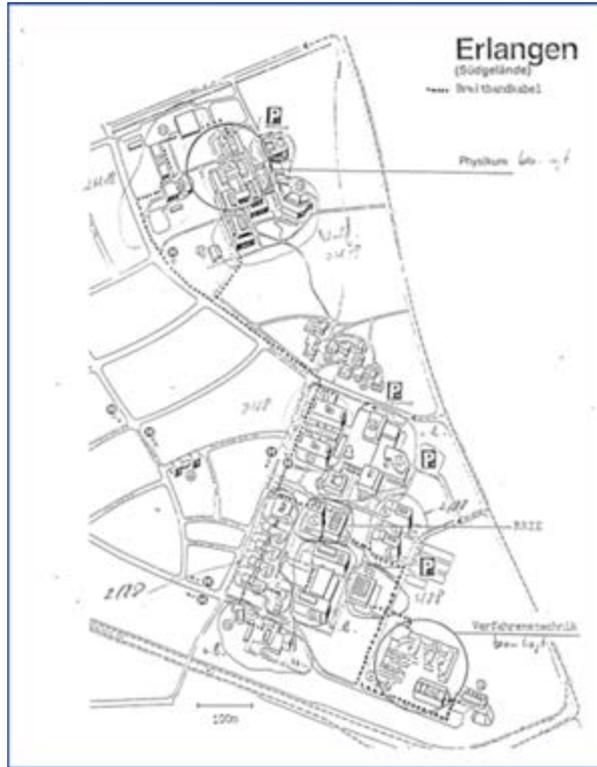
- **LAN-Verknüpfungen**
 - **IP-Transfer über X.25, RFC 877 (64kbps)**
 - **X.25 (84) über Ethernet, LLC2 (10 mbps)**
 - **LAN-Bridging (10 mbps)**

Phase 3a: Anfang 1980er

Weltlage: Ethernet – Hype, Sackgassen, Findungen
FAU: Breitband-(Antennen-)Kabel-Netz



Breitband: Geländeverkabelung (1987)



Reichweite auf Campus begrenzt
Berechnung aufwendig (Dämpfung)

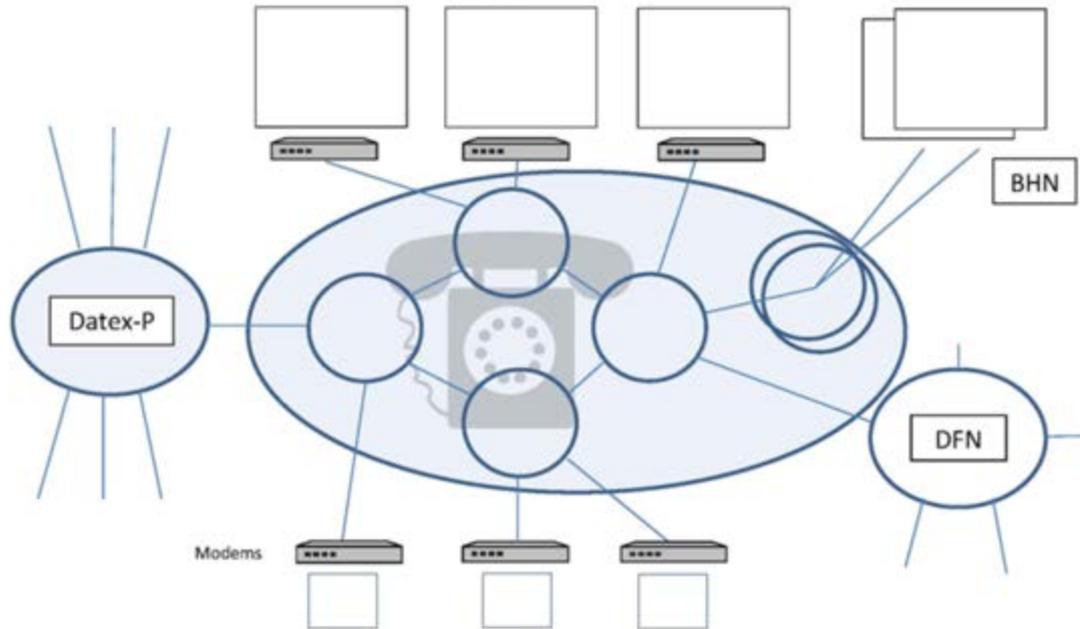
Als „LocalNet“ für textbasierte Terminals
Bridges für klassisches Ethernet
Analoge TV-Übertragung

außerhalb Mainstream geraten
Zu früh ...

Phase 4: Ende 1980er

Weltlage: einfache Verbundbildung dank Standards

FAU: Netz-Verbund über Bayern (BHN), Integration in DFN



Bayerisches Hochschulnetz (X.25)



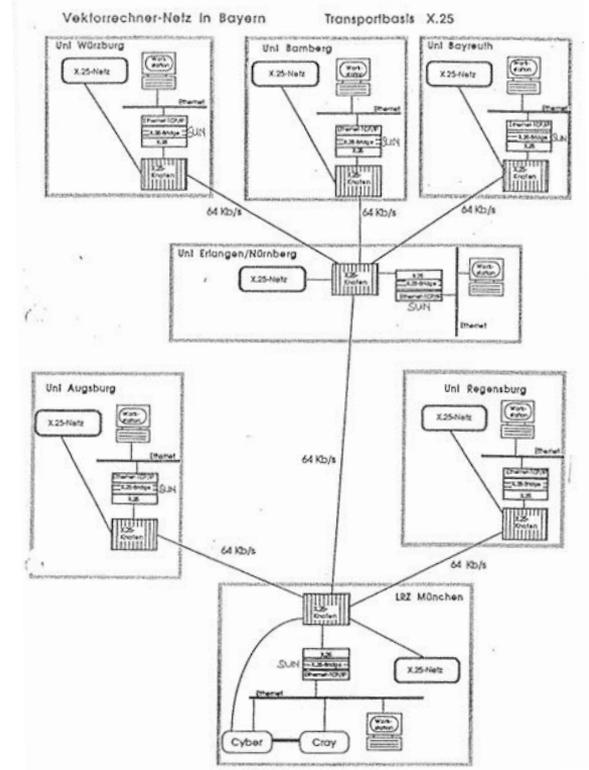
Aim:
 Heterogeneous network with unified protocol structure to provide users throughout Bavaria with access to central vector computers.

Heterogeneous network:
 private four wire X.25 network
 Ethernet with coaxial cable
 Ethernet with fibre optic cable
 public X.25 network: DATEX-P
 DFN (German research network)

Users:
 Bavarian universities
 Centres for artificial intelligence

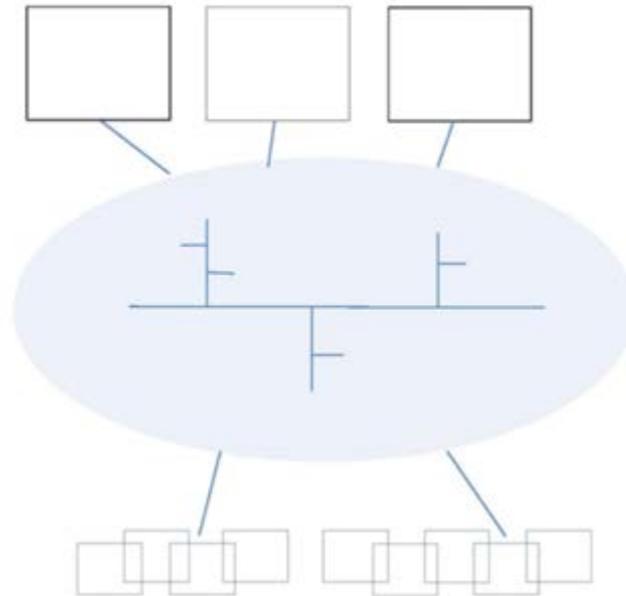
.....

Services (DFN/ISO)
 dialogue
 job transfer
 file transfer
 distributed applications?



Phase 5: Anfang 1990er

Weltlage: Übertragungstechnik-Boom, TCP/IP vs. ISO, Kommerz
FAU: Aufbau Netzinfrastruktur, Rechner nur am „Rande“



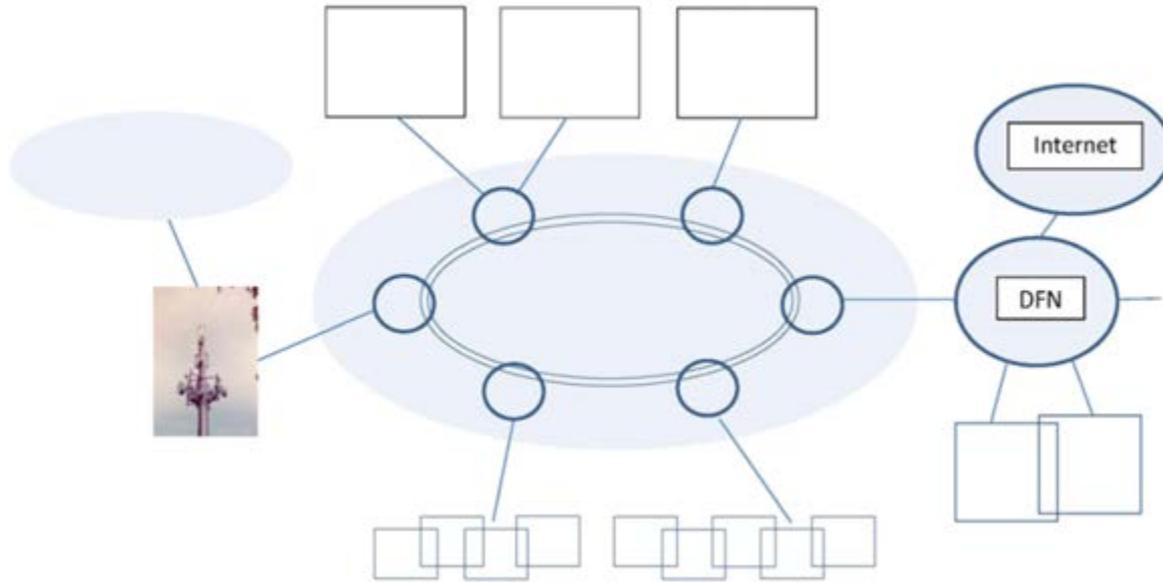
Ansätze zur uniweiten Vernetzung



- **Netzbedarf**
 - **Eigenständige Region (Komm. über WiN)**
 - **Uniweite Verknüpfung lokaler Netze**
 - **Beliebige Kommunikationen (jeder-mit jedem)**
 - **„Intelligente“ Endsysteme (PCs, Server)**
 - **Verbreitung des Internetprotokolls**
 - **Enormes Wachstum in allen Aspekten**
- **Netzlösung(en)**
 - **Passive Medien: Glasfaser, Kupfer (TP), Richtfunk**
 - **Konzept: Strukturierte Verkabelung**

Phase 6: Frühe 1990er

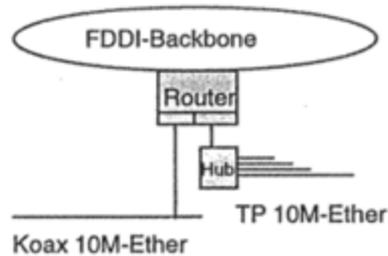
Weltlage: WWW über TCP/IP erfunden, Internet Hype, ATM
FAU: Netze auf eigener Infrastruktur, Richtfunk



- **Netzlösung(en)**
 - **Aktive Ausprägungen**
 - **FDDI, Ethernet**
 - **Komponenten: Router, Repeater, Koax-Schnittstellen**
 - **ATM, LANEmulation, VLANs, Multimedia**
 - **Komponenten: ATM-Knoten, LAN-Switche, TP-Schnittstellen**
 - **Später: GigabitEthernet , LAN- und IP-Switching**
 - **Konzept: Hierarchisch, modulare Netzstruktur**

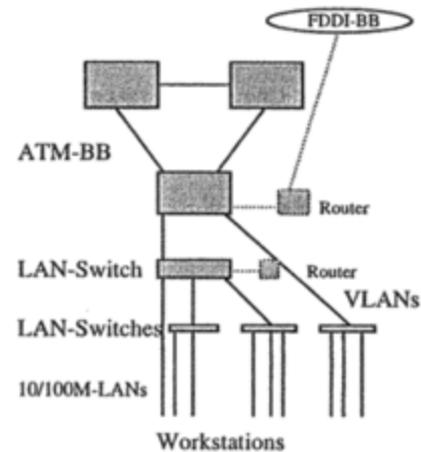
FDDI/Ethernet und ATM / LANE

herkömmliche LAN-
Anbindung an der
FAU



FDDI: 100 M, Glasfaserring
Ether: 10 M, CSMA/CD

künftige LAN-
Anbindung an der FAU

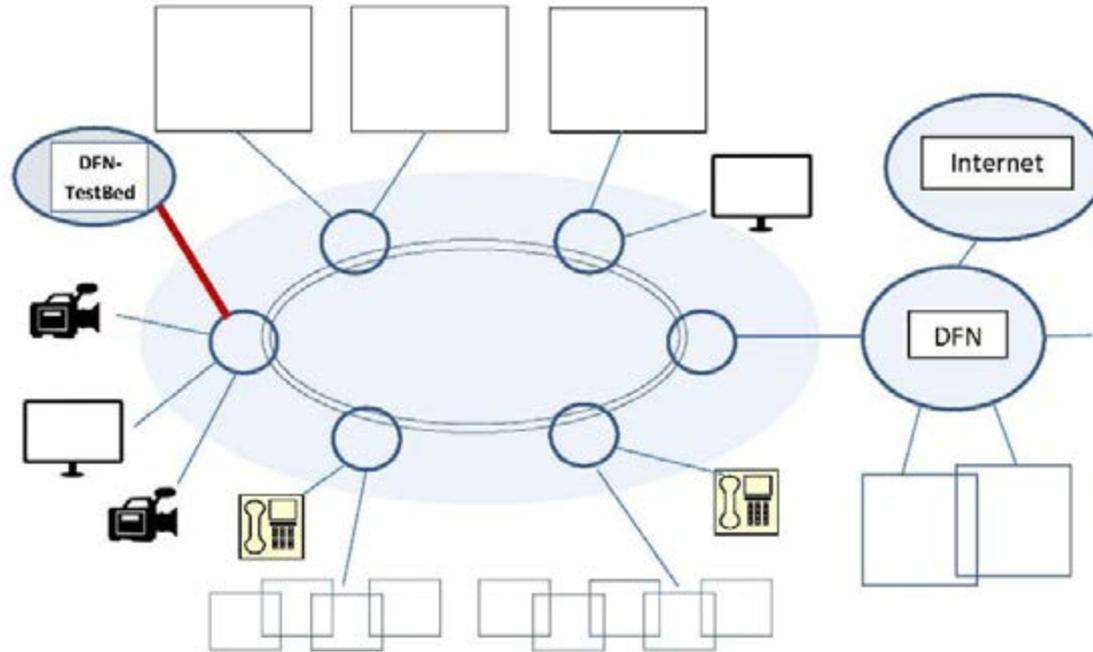


ATM: 155 M, 622 M, (2000 M)
LAN: ATM-155 M,
Ether-TP-10/100 M, kollisionsfrei

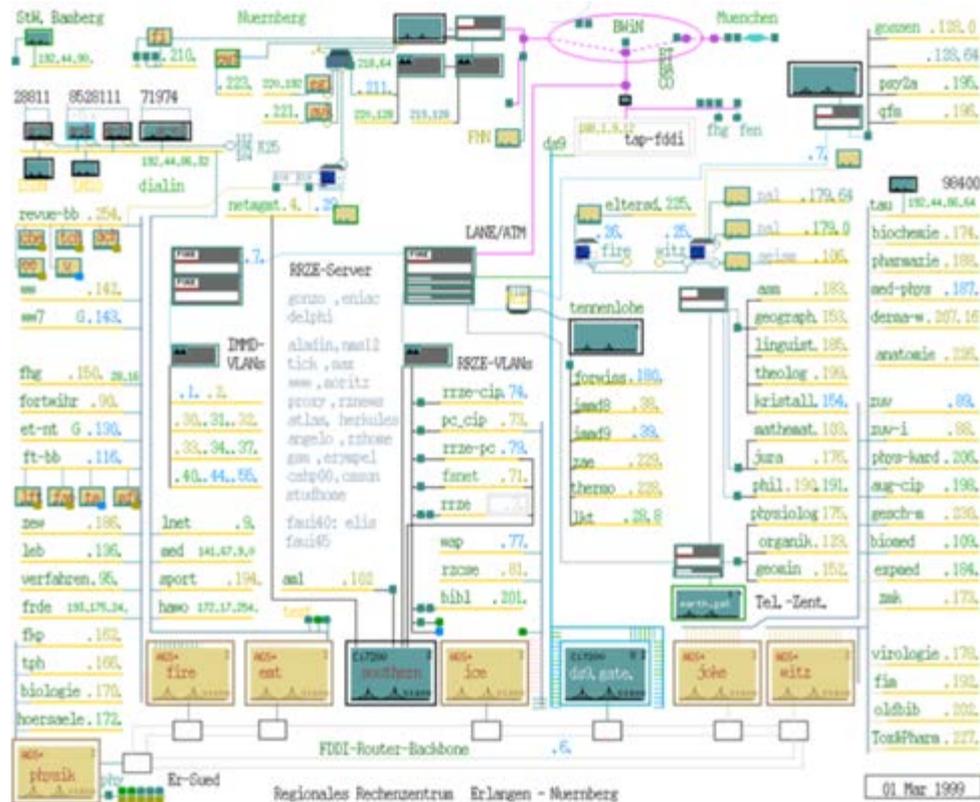
Phase 7: Ende 1990er

Weltlage: ATM als Universal-Übertragungstechnik

FAU: Daten, Medien, Telefon über ein Netz, Weltrekord 2,4 gbps

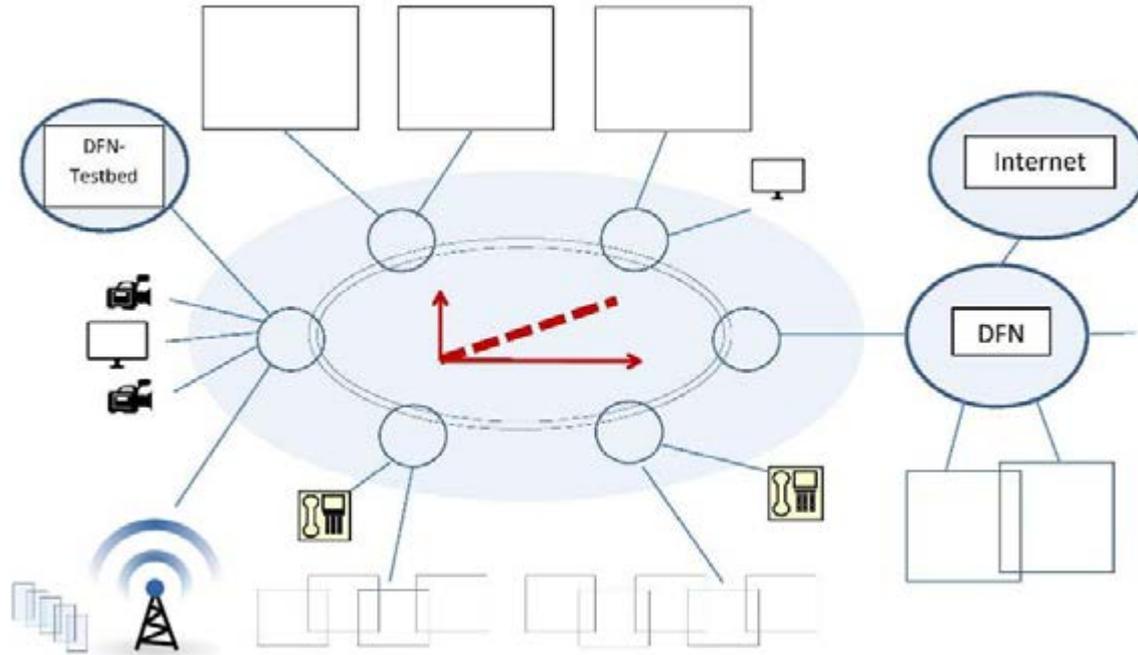


Netz – 1998: FDDI – Ethernet – ATM



Phase 8: 2000er

Weltlage: Gigabit-Ethernet vs. ATM, Flatrate, Mißbrauch
FAU: Netze schneller, weiter, dichter, auch drahtlos



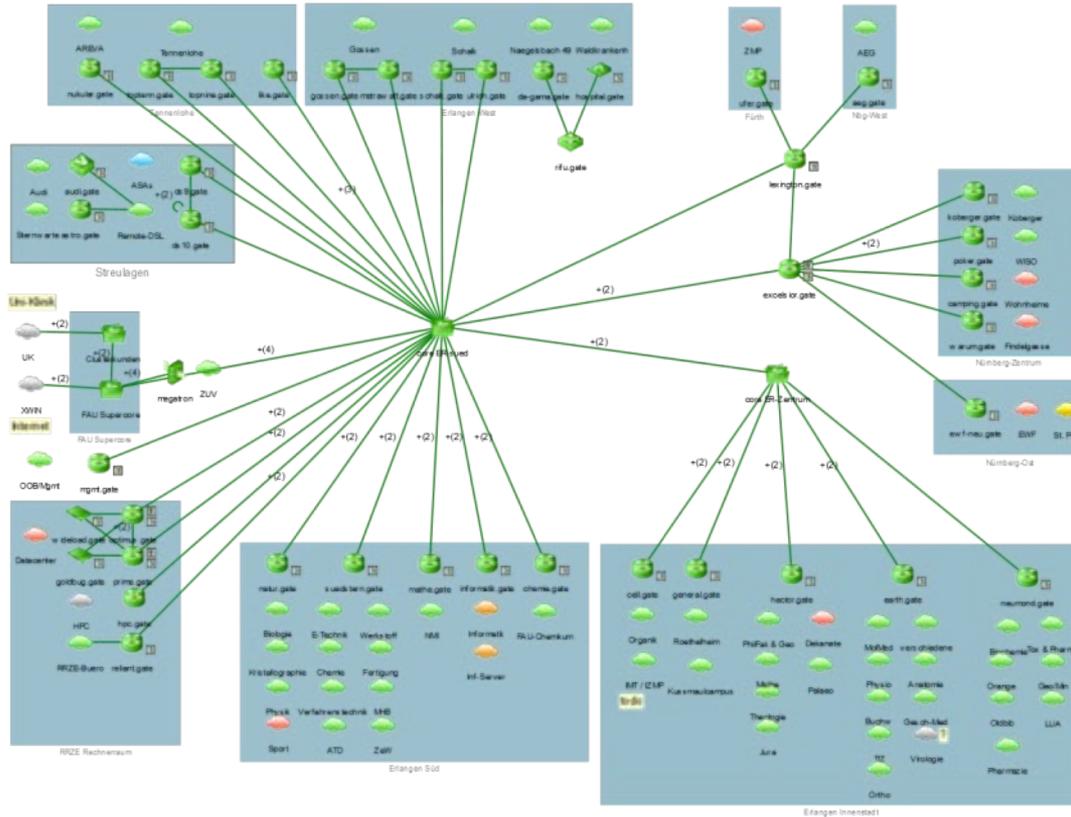
- **Weiterentwicklungen Ethernet / IP**
 - **Medien (Glasfaser-, Kupfer- Kabel)**
 - **Geschwindigkeiten (10, 1000, 10000 mbps)**
 - **Vermittlungskomponenten (LAN-Switche)**
 - **Virtuelle LANs im Switch-Verbund (802.1q)**
 - **Router mit effizienter Switch-Technologie**

Aktuelle Technik und Strukturen

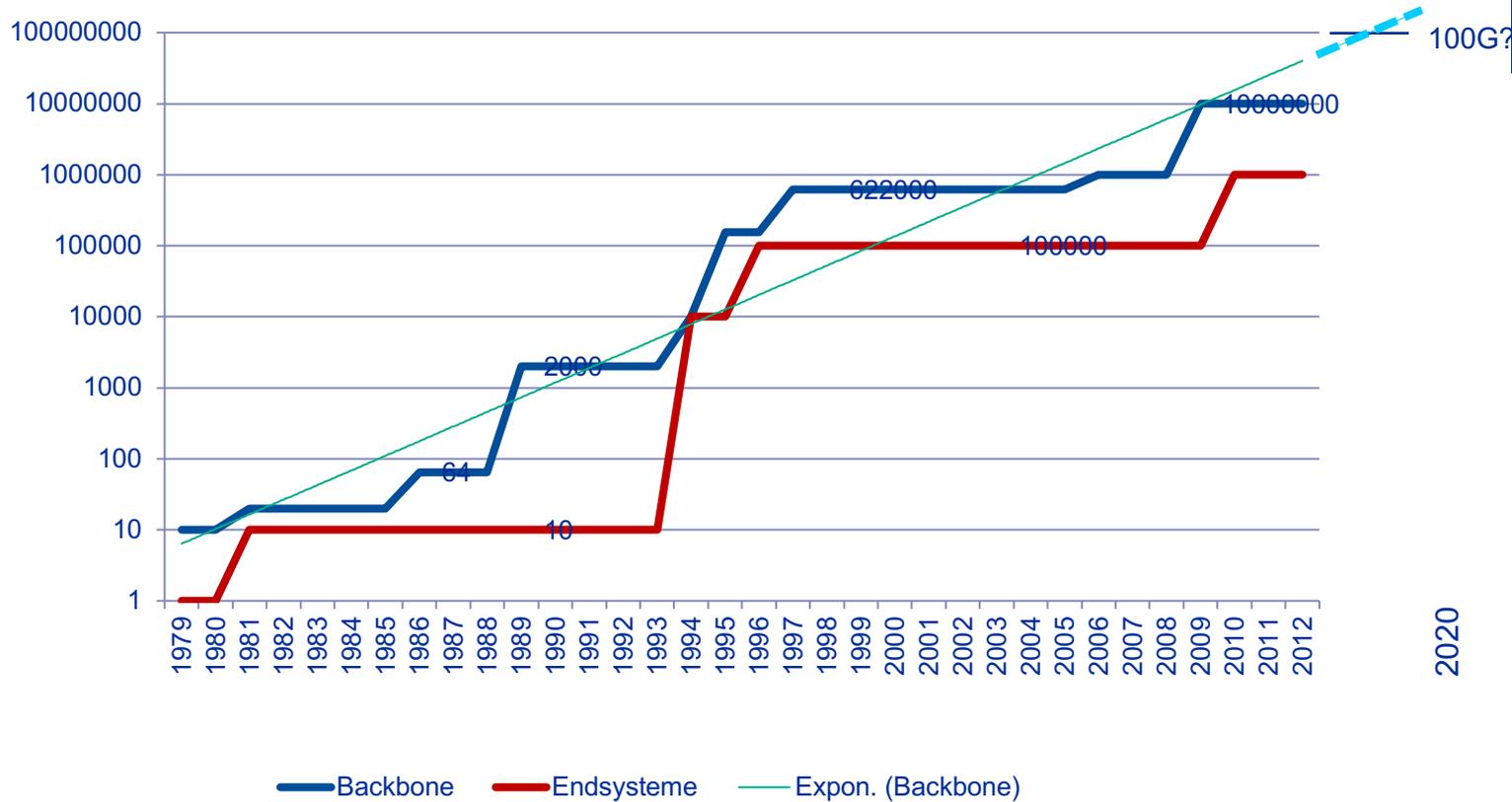


- **Hierarchisches Strukturkonzept**
- **Übersichtlichkeit, Beherrschbarkeit**
- **Bereiche**
 - **Core**
 - **Distribution**
 - **Access**

Netz – 2016: Core–Distribution–Access



Übertragungsgeschwindigkeiten



2020

Zusammenfassung



- **FAU / RRZE im Netz durchgehend an der technischen Entwicklung beteiligt, visionäre Urväter**
- **weltweite Konnektivität, vor dem Internet**
- **ein Weltrekord (13. Juli 1998)**
- **Quantensprünge immer nebenbei vollzogen, stabiler Service mit unbedingter Priorität**



DIE VORTRAGSREIHE IM RRZE-JUBILÄUMSJAHR 2018

 1968
Regionales
Rechenzentrum
Erlangen
2018
50 Jahre

Immer donnerstags, während des RRZE-Jubiläumjahres 2018
vom 26.4.– 14.6.18 ab 15:00 – 16:30 Uhr /
2.OG / in Raum 2.049 am RRZE (Einlass ab 14:30 Uhr)



„50 JAHRE IT-GESCHICHTE AN DER FAU“

26.04.2018 – Das Kommunikationsnetz der FAU – von den Anfängen bis heute

03.05.2018 – 20 Jahre Uni TV – *das* Filmteam der FAU

17.05.2018 – Nicht ohne Ausbildung – das Rechenzentrum bereitet auf's Berufsleben vor

24.05.2018 – Vor 50 Jahren fing alles an – Rechnertechnik von damals bis heute

07.06.2018 – Der unstillbare Hunger nach Rechenleistung: 25 Jahre High Performance Computing am RRZE

14.06.2018 – Von der Administratorbetreuung zum professionellen Identity Management

REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]

 1968
Regionales
RechenZentrum
Erlangen
2018
50 Jahre

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Regionales RechenZentrum Erlangen [RRZE]

Martensstraße 1, 91058 Erlangen

www.50-jahre.rrze.fau.de / www.rrze.fau.de



 **FAU**
FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG