

30 JAHRE BAYERISCHES HOCHSCHUL-NETZ



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

03	30 Jahre Bayerisches Hochschul-Netz – Hintergrundinformationen
05	Agenda des Festkolloquiums
06	Vortrag: Begrüßung durch Dr. G. Hergenröder
12	Grußwort: 30 Jahre Bayerisches Hochschul-Netz / T. A. H. Schöck
14	Grußwort: DFN-Verein
16	Vortrag: Erinnerungen eines Netz-Werkers / Alfred Läßle
25	Vortrag: 30 Jahre Bayerisches Hochschul-Netz / Dr. P. Holleczeck
40	Ausstellung „alter“ DFÜ- bzw. Netzkomponenten / X.25-Netz von U. Hillmer
43	Vortrag: Das Netz der Zukunft / Axel Clauberg
54	Karte mit den Standorten des Bayerisches Hochschul-Netzes (BHN)

30 Jahre Bayerisches Hochschul-Netz

Eine aufregende Geburt (März 1988)

Der DFN-Verein existierte seit etwa vier Jahren, verfügte aber noch über kein eigenes Kommunikationsnetz, sondern nutzte das Datex-P-Netz der Deutschen Bundespost mit, immerhin pauschal und nicht nach Volumen tarifiert. Um den damals obligatorischen ISO-Protokollen zu genügen, kümmerte sich der DFN-Verein um die Füllung der Lücken, die die Hersteller gelassen hatten.

International bedienten sich viele Forschungseinrichtungen des auf IBM-Technik basierenden EARN (europäisch) bzw. BITNET (weltweit), das allerdings nur für behäbigen eMail-Austausch gut war. Es sollte in Deutschland durch das kommende DFN-eigene Netz abgelöst werden.

Dedizierte Netze für den Wissenschaftsbereich gab es schon ausreichend (z.B. für die „Region“ des RRZE), allerdings handelte es sich um fest konfigurierte Zubringernetze für zentrale Computer, denen oft nur mit proprietärer Technik beizukommen war. Der Wunsch nach / Bedarf an wahlfreien Netzen mit einheitlicher Technik war offensichtlich.

Das X.25 basierte Datex-P-Netz der DBP kam diesem Ziel im Ansatz recht nahe, nur war es, in Provider-Technik ausgelegt, völlig überdimensioniert und von unklarer Performance. An vielen Hochschulen wurden zwar „private“ X.25-Netze eingerichtet, es mangelte aber an echten Fernnetzen.

Man „wartete“ darauf, dass endlich etwas passiert.

Es ergab sich, dass am LRZ ein neuer Vektorrechner (letztlich eine Cray XMP) geplant wurde. Er sollte allen bayerischen Hochschulen zur Verfügung stehen, im unkritischen Stapelbetrieb - und insbesondere fuer graphische Dialog-Anwendungen.

Das war der Startschuss zur Einrichtung ewwines einheitlichen bayerischen Wissenschafts-Netzes. Dem Zug der Zeit entsprechend wurde es in „privater“ X.25-Technik ausgelegt, mit der Möglichkeit, auch Lokale Netze mittels Bridges zu transportieren. Zur Übertragung standen Leitungen der DBP mit 64 kbit/s bzw. 2 Mbit/s zur Verfügung. In diesem Sinne hätte es eine „Blaupause“ für ein DFN-Netz sein können...

Der DFN begann, die Lage zu beobachten.

In diese Situation platzte im Frühjahr 1988 der Alleingang der Hochschulen in Baden-Württemberg,

die sich mit Hilfe des Vorläufer-Breitband-Netzes (VBN) der DBP mit 140 Mbit/s gleich in die übernächste Technik-Stufe katapultieren wollten, um darauf ein Landes-Netz (BELWUE) einzurichten. Diese Übertragungstechnik war eigentlich für Videokonferenzen gedacht. Zum Transport von Lokalen Netzen

brauchte man aber noch Kopplungselemente, die eilends von einer im Lande ansässigen Firma entwickelt wurden („Hirschmann-Sternkoppler“). Ihre Funktion entspricht aus heutiger Sicht einem Hub.

Spannung lag in der Luft, als sich die Spezialisten der bayerischen Unis am 22.3.1998 zu einer Besprechung über das kommende „Vektorrechner“-Netz trafen. Wenig überraschend, dass auch der DFN vertreten war.

Trotz der damals immer wieder virulenten Grundsatzdiskussionen zum Thema ISO/OSI einigt man sich pragmatisch darauf, sofort ein 64 kbit/s-Netz aufzubauen - und nicht auf 140 Mbit/s zu warten, wobei 2 Mbit/s als reguläre Leistung schon absehbar ist. Die Anbindung der Cray ist da schon eher zweitrangig, so das Protokoll.





Eine weise Entscheidung. Versuche, VBN-“Tests“ auch nach Bayern zu holen, scheitern, trotz eines Schriftwechsels auf Ministerebene. Die Enttäuschung währt nur kurz. Die 140 Mbit/s - Technik war und bleibt ein Exot, zumindest als Vehikel, um Lokale Netze zu verbinden. Wichtiger ist, dass man im BHN und im DFN am gleichen Strang zieht und der DFN in Form des BHN ein unschätzbares Erfahrungsfeld bekommt. Die ersten 64 kbit/s-Leitungen wurden zum 1.9.1988 geschaltet. Im November 1988 tritt der DFN mit einem eigenen Breitband-Konzept auf den Plan.

Ein erstes eigenes Netz des DFN mit dem Namen WiN wird Mitte 1990 gehandelt. Die Tage eines isolierten Bayerischen Forschungsnetzes sind gezählt. Es geht im WiN auf, mit einem lachenden Auge fuer Bayern: die Konditionen sind, auf „Bundes-Einkaufs-Ebene“, deutlich günstiger. Zu einem unverhofften Revival der bayerischen Netztechnik kommt es nach der Grenzöffnung bei der Netz-Ausstattung in den neuen Bundesländern in einer Art Erweitertem WiN (ERWiN).

Business as usual?

Das BHN selbst wird, unter gemeinsamer Leitung von LRZ und RRZE, zum BHN-Arbeitskreis und kümmert sich um Koordinierung (auch Beschaffung), Beratung und Ausbildung für Universitäten und Fachhochschulen auf Landesebene. Aus dem Arbeitstitel „Vektorrechner-Netz“ wird bald der Name Bayerisches Hochschulnetz (BHN).

Auch wenn fortan ohne eigenes physisches Netz, bleibt im BHN-Bereich die Lust zum Experimentieren, Erproben und Entwickeln.

Ungebrochene Innovationslust

1998 lobt der DFN die Gigabit-Testbeds (GTB) aus. Bayern und Berlin bieten mit an und bekommen das elementare Gigabit-Testbed-Süd, mit einem technischen Weltrekord, einer Weltpremiere in der Übertragungstechnik, vielzitierten innovativen Anwendungen (Medizin, Rundfunk) und einem bis zum Tage andauernden immer weiter verbesserten Service: Uni-TV.

2010 steht das DFN-Fernsprechen an den bayerischen Hochschulen zur Diskussion. Die bayerischen Unis, vertreten durch LRZ und RRZE, können die Diskussion von rein monetären Argumenten auf Fragen der Dienstqualität und Sicherheit lenken, insbesondere in Zusammenhang mit VoIP. Zugute kommen ihnen dabei langjährige Erfahrungen bei Betrieb und Analyse von VoIP-Anlagen bzw. Diensten.

Derzeit errichten LRZ und RRZE Cloud-Lösungen im Sinne des DFN. Ziele angesichts der permanenten internationalen Aushöhlung des Datenschutzes sind Stabilität und Rechtssicherheit für die regionalen Nutzer.

Dr. Peter Hollecsek

Agenda des Festkolloquiums „30 Jahre BHN“

Donnerstag, 15.03.2018 / RRZE, Raum 2.037

12:00 Imbiss

12:45 *Begrüßung (Dr. G. Hergenröder, H. Wunsch)*

13:00 *Grußworte*

Thomas A. H. Schöck, Universitätskanzler a. D.

Dr. Christian Grimm, Geschäftsführung DFN-Verein

*Dr. Michael Plomer, Bayer. Staatsministerium für Bildung
und Kultus, Wissenschaft und Kunst*

13:30 *Alfred Läßle (LRZ)*

14:00 *Peter Holleczeck (RRZE)*

14:30 **Kaffeepause** und Präsentation historischer Netzkomponenten

15:00 *Axel Clauberg (Deutsche Telekom AG)*

Ab 15:30 Demonstrationen der ZUSE Z23 sowie Führung
zu den modernen HPC-Clustern

18:30 **Beginn der Abendveranstaltung in der Orangerie der Universität**

30 JAHRE BAYERISCHES HOCHSCHUL-NETZ IST EINE VERANSTALTUNG VON:



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG



BHN Bayerisches
Hochschul-Netz

REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



Festkolloquium "30 Jahre BHN"

Dr. Gerhard Hergenröder

Regionales Rechenzentrum Erlangen (RRZE)

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)



Universität Erlangen-Nürnberg: Kennzahlen

Zweitgrößte Universität Bayerns

- 39.780 Studierende
- Knapp 14.000 MitarbeiterInnen (45% Kliniken)
- 5 Fakultäten, 23 Departments (25 Kliniken)
- 312 Lehrstühle, 11 Zentrale Einrichtungen
- 579 ProfessorInnen, 265 Studiengänge

„Verteilteste“ Universität Deutschlands

- 250 Gebäude in 5 Städten und das Wassersportzentrum bei Pleinfeld
- BUSAN (Südkorea)

1962 – Inbetriebnahme der Zuse Z23



- Erste elektronische Rechenanlage an der Universität Erlangen-Nürnberg
- Erste Zuse-Maschine, die auf Basis von Transistoren realisiert wurde
- Grundstein für die elektronische Datenverarbeitung an der Universität Erlangen-Nürnberg
- Inbetriebnahme am Mathematischen Institut



Vom Computer zum Netzwerk

30
1988-2018
BHN

1980

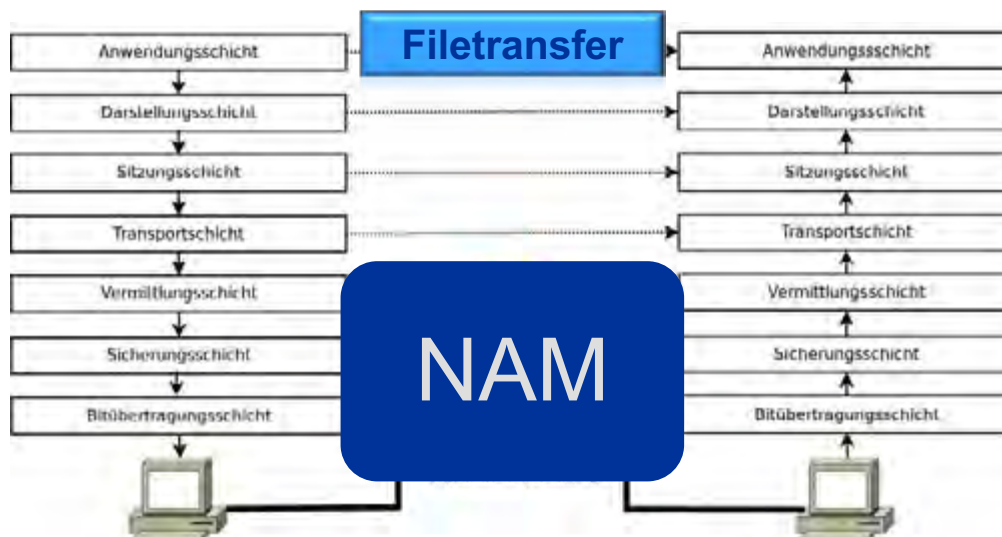


ISO-OSI-Filetransfer



ISO-OSI Schichtenmodell

30
1988-2018
BHN



Beginn der Verkabelung an der FAU: 1989

30
1988-2018
BHN

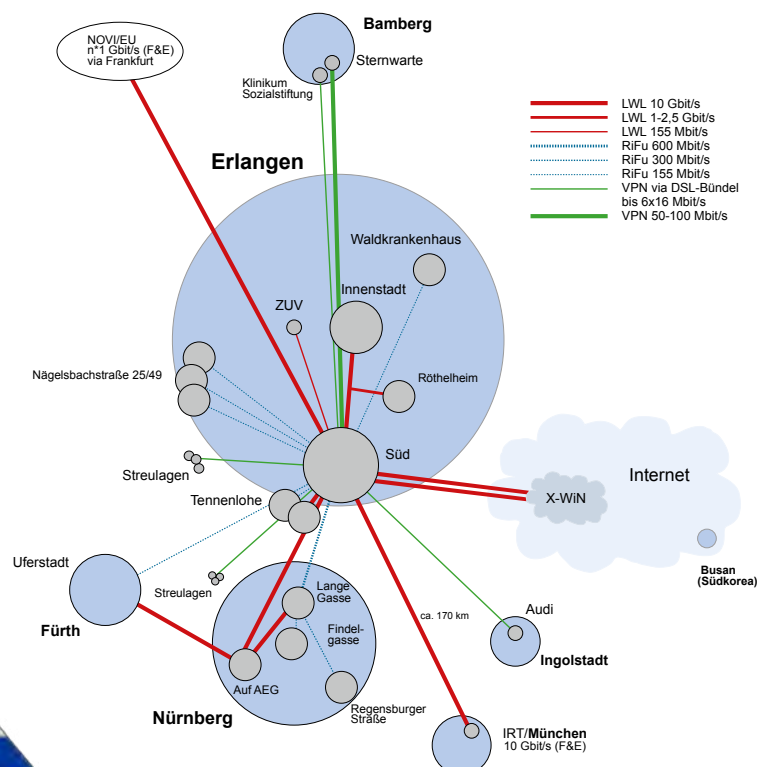
Schloss

FAU FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG



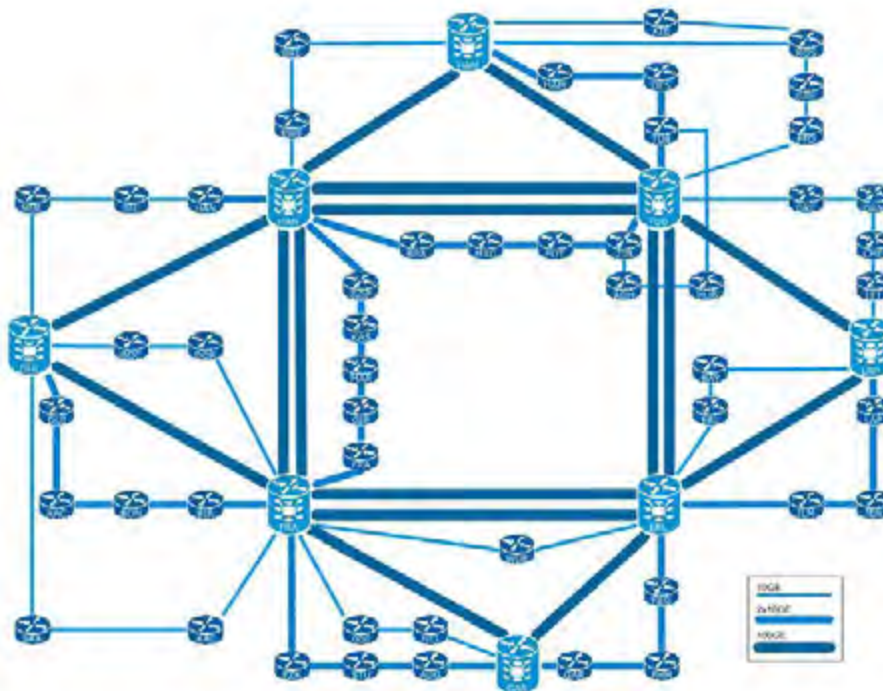
7

Struktur des Datennetzes der FAU 2018

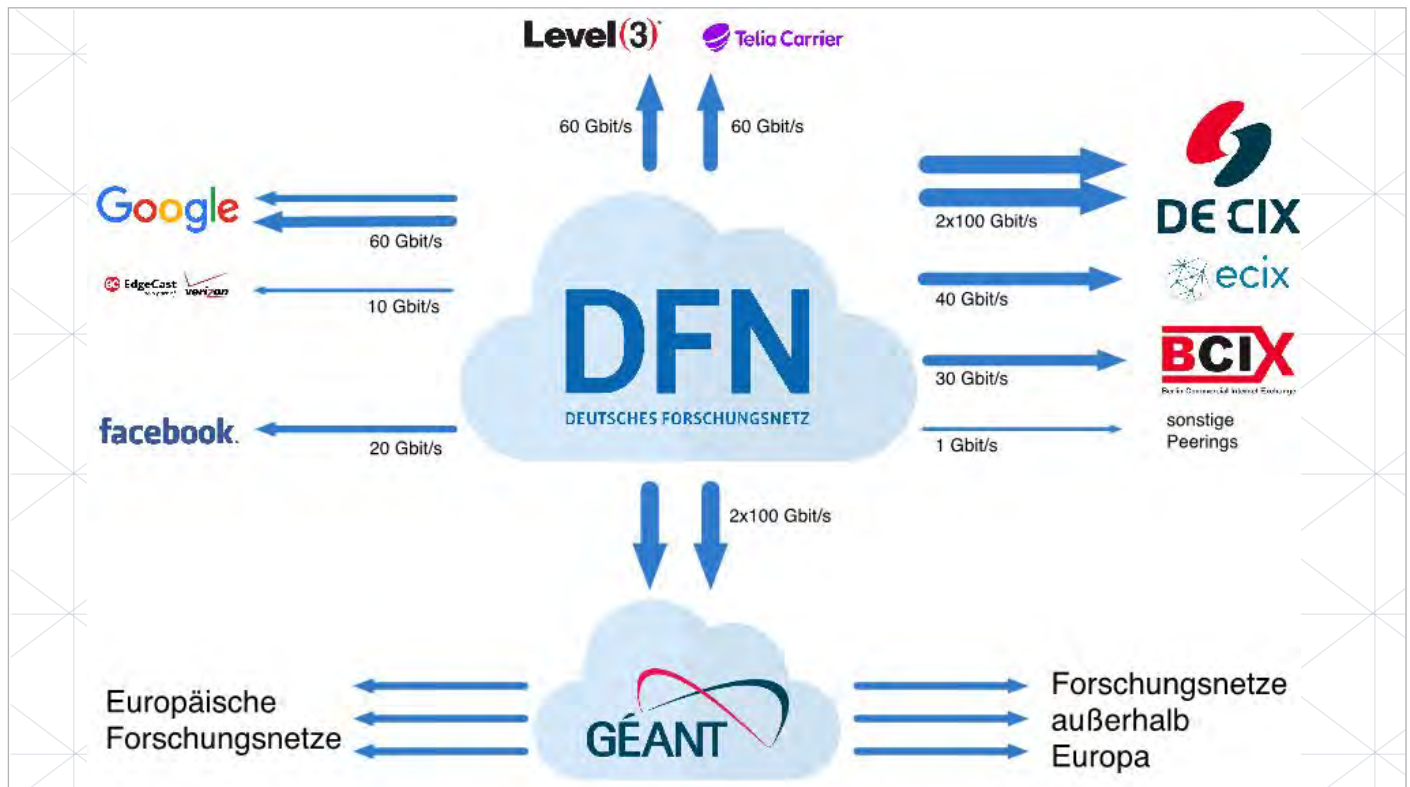


X-WiN: IP-Topologie

30
1988-2018
BHN



9



REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Regionales RechenZentrum Erlangen [RRZE]

Martensstraße 1, 91058 Erlangen

<http://www.rrze.fau.de>





Grußwort 30 Jahre Bayerisches Hochschulnetz

Für die Begrüßung dank' ich sehr,
ich komme immer gern hierher.
Was kann ein alter Kanzler noch mit einem Gruß-
wort richten?

Er denkt kurz nach und fängt dann an zu dichten.
Vertretung ist's, das sagt der common sense,
des eigentlich gemeinten Kanzlers Christian Zens.
Der würde gerne hier heut' sein,
doch hat der DFN-Verein
ihn in den Vorstand jüngst gewählt!
Und wenn er deshalb heute fehlt,
dann fällt ihm das bestimmt sehr schwer.
Bestimmt kommt demnächst wieder er.
Von ihm zu grüßen ist die erste Pflicht;
für das Vertrau'n zu danken säum' ich nicht,
in meine seit aktiven Zeiten
noch nicht so ganz entschwund'nen Fähigkeiten.
Drum machen Sie sich's jetzt bequem,
es folgt das „Layer 8-Problem“.

Für heut' verlangen meine Grußwortpflichten,

den Blick nach rückwärts nur zu richten:
wie alles seinen Anfang nahm,
das BHN zum Laufen kam.

Am Anfang stets ein Antrag steht,
das Rechenzentrum weiß, wie's geht!
Schon damals war der Netzwerkcrack,
na wer? Der Peter Holleczeck!
Er wirkt im DFN-Verein,
kann ohne Netzwerk gar nicht sein.
Die Bundespost mag er nicht leiden,
auch wenn sie in den frühen Zeiten
zwar bieten konnte Datex-P,
doch mit zu viel Provider-Dreh.
X.25 sah man gerne,
es reichte nur nicht für die Ferne.
Dann kommt, der Haushalt spricht oweih!,
als Vektorrechner eine Cray.
Sie soll im fernen München steh'n –
das kann nicht ohne Netzwerk geh'n!
Die Übertragungsrate – hört gut mit! –

sekündlich 64 Tausend Bit!
Darauf hat man sich dann geeinigt,
weil Konkurrenz im Westen peinigt.
Denn dort macht sich mit Macht ans Werk
Breitband Baden-Württemberg
und fällt den Bayern in den Schritt
mit hundertvierzig Megabit.
Doch Bayern trug – man ahnt es schon! –
am Ende doch den Sieg davon.
Zusammen mit dem DFN (und Geld)
erbaut man ein Erfahrungsfeld.
Das mausert sich alsbald zum **WiN**
Erweitert sich nach Osten hin,
als dann die Grenzen endlich fallen,
ein neues **ERWIN** hilft nun allen
(durch meinen Kopf die Frage geht,
ob **ER** nicht für Erlangen steht?).
Auch wenn der DFN-Verein
die Technik managed nun allein,
in Bayern bleibt man froh und heiter,
setzt sich zusammen einfach weiter
und redet sich die Köpfe heiß
im BHN als Arbeitskreis.
Dort wird präzise philosophiert, wie man Erwerb
koordiniert
von vielen schönen neuen Sachen,
die IT-Freaks viel Freude machen.
Damit auch Nachwuchs kommt ins Haus
bildet das BHN jetzt aus
für Universitäten landesweit,
und – man ist ja sehr gescheit! –
für Fachhochschulen gleichermaßen,
die brauchen auch die Datenstraßen.

Im zehnten Jahr – ist das nicht nett –
legt man dann fröhlich sich ins Bett
mit dem Giga-Test-Bed Süd,
auf dass das Netzwerk weiter blüht.
Es ist – welch riesengroße Ehre –
gleich auch noch eine Weltpremiere!
Macht Studis allenthalben schlau,
bedient es doch UNI-TV!
10 Jahre später – neuer noise –
schallt over IP nun die Voice.
Dabei es nicht ums Geld nur geht;
Nein! Vorne steht die Qualität!
Und dahinter auch nicht weit
geht es um die Sicherheit.
Jetzt baut man – Euren Ohren traut! –
für Bayern auch noch eine Cloud,
damit im Land die Daten bleiben
und Hacker keinen Unfug treiben.

Zum Schluss send' ich jetzt ganz oral,
ein Jubiläums-Analog-Signal:
Anlass war, zu gratulieren
und Lobesreden zu vollführen:
Das BHN wird grade dreißig –

Doch lasst nicht nach, seid weiter fleißig!
Nur mit Verstand und sehr viel Schweiß
erntet man den Ersten Preis.
Ich hör' jetzt auf, das ist nicht schlimm,
noch mehr erzählt gleich Dr. Grimm.

Thomas A. H. Schöck

Grußwort DFN-Verein

Lieber Herr Hergenröder, lieber Herr Wunsch,
lieber Herr Holleczeck, liebe Kolleginnen und
Kollegen, meine Damen und Herren,

ich darf mich zuallererst ganz herzlich für die erneute Einladung an die Friedrich-Alexander-Universität bedanken, um ein Grußwort des DFN-Vereins zu entrichten. Ich betone dies, da ich vor etwas mehr als fünf Jahren im September 2012 zum Festkolloquium anlässlich der feierlichen Verabschiedung von Herrn Holleczeck eingeladen war. Am Morgen der Veranstaltung wurde jedoch kurzfristig der Flug von Berlin nach Nürnberg abgesagt, offenbar wurde die Bedeutung des Anlasses seitens Air Berlin völlig falsch bewertet – nicht die letzte Fehleinschätzung dieser Airline, wie wir schon damals ahnten und heute wissen. Damit war aber nicht mein Grußwort hinfällig. Dank schneller Netze, ausgezeichneter Videotechnik und kundiger Experten in Erlangen und Berlin konnte ich das Grußwort ohne große weitere Vorbereitung live – aber eben nicht leibhaftig vor Ort – übermitteln. Sicher besser als nichts, doch weitaus weniger als persönlich vor Ort. So bin ich heute froh, dass Sie mir eine zweite Chance geben und ich – zwar aus gänzlich anderem Anlass – aber doch hier zu Ihnen sprechen darf.

A propos Herr Holleczeck, der heute wieder dabei ist: Mit der Einladung zu diesem Vortrag habe ich auch gleich reichlich Text und Bild aus seinem Archiv erhalten. Naiv wie ich war dachte ich, dies sei ein wenig Hintergrundinformation für mich, um so zum Gelingen meines Grußwortes beizutragen. Ich fühlte mich also – wie man heute so schön sagt – materialseitig vollkommen safe. Beim zweiten, späteren Lesen fiel mir allerdings auf, dass es sich mitnichten um Material zu meiner freien Verfügung handelte. Es war vielmehr alles das, was er mich aufs höflichste, also äußerst indirekt, bat nicht zu erwähnen, um nicht weiteren Vorträgen aus wesentlich berufenerem Munde – nämlich aus seinem und dem von Herrn Läßle – vorzugreifen.

Nun gut dachte ich, so kann ich Ihnen hier eigentlich nur ankündigen, dass die Herren Läßle und Holleczeck geradezu bersten, um uns in wenigen Augenblicken mit der Geschichte des Bayerischen Hochschul-Netzes zu erfreuen, und dass der DFN-Verein dabei gewiss nicht unerwähnt bleiben wird. Ich verwahre mich daher im Folgenden jeglicher Anekdoten und Geschichten, die das Bayeri-

sche Hochschul-Netz mit dem DFN-Verein verbinden. Nur soviel sei gesagt: es gibt noch darüber zu hören, gutes und sehr gutes.

So ganz ohne kann ich natürlich nicht vom Podium abtreten und möchte kurz und knapp auf das wesentliche verbindende Element zwischen BHN und DFN, also eigentlich zwischen Bayern und Berlin, schauen. Damit meine ich nicht den gegenwärtigen Vorstand des DFN-Vereins, der mit Herrn Prof. Bungartz aus München und Herrn Zens aus Erlangen – also zu zwei Dritteln – bayernmäßig ganz gut versorgt ist. Nicht zum ersten Mal, wird der kundige DFN-Historiker anmerken. Das stimmt zwar, jedoch neuerdings paritätisch auf Erlangen und München verteilt!

Und wenn ich mich schon über die Bayern-Berlin Connection hier auslasse muss ich ja jetzt aus ganz aktuellem Anlass einflechten – und das Innenministerium sei hier einmal außen vor gelassen –, dass Bayern sich offenbar nicht mehr nur mit der Neubesetzung des Ministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur zufrieden gibt, obendrein wurde auch noch eine neue Staatsministerin für Digitales nach Berlin exportiert. So dürfen wir gemeinsam gespannt beobachten, welche Wirkung die beiden miteinander entfalten. Uns bleibt die Pflicht, neben dem so offenkundig notwendigen Ausbau der digitalen Infrastruktur die seit Jahren fehlende Unterstützung in Technologie-Bildung und -Forschung anzumahnen und eindringlich Verbesserung einzufordern.

Aber zurück zu uns und zum Anlass der heutigen Veranstaltung: Bayerisches Hochschul-Netz und Deutsches Forschungsnetz sind zwei Gemeinschaften die beide bereits das Netz im Namen tragen. Und so furchtbar abgedroschen es inzwischen klingen mag, das Netz verbindet nun einmal, so auch hier. Dabei verlief die Entwicklung beider Gemeinschaften in den Anfängen beinahe gegenläufig: das Bayerische Hochschul-Netz wurde von einer Betriebs- zu einer Interessengemeinschaft, der DFN-Verein umgekehrt von zunächst einer reinen Interessengemeinschaft zu einer Betriebsgemeinschaft.

Eine ganz wesentliche Komponente in der gedeihlichen Zusammenarbeit beider Gemeinschaften war der konstruktive Austausch mit dem steten

Blick, wie man gegenseitig voneinander profitieren konnte. So kam es eben irgendwann zu der Entscheidung, dass der DFN-Verein den Betrieb der Weitverkehrsverbindungen zwischen den Bayerischen Hochschulen übernehmen sollte, wie er es auch in fast allen anderen Regionen damals noch West-Deutschlands beabsichtigte.

Jeder Betriber – und als ehemaliger Rechenzentrumsmitarbeiter zähle ich mich gern dazu – weiß aus eigener Erfahrung, wie einem selbst geplante und aufgebaute Infrastrukturen ans Herz wachsen können und auch müssen, besonders wenn es denn nach großen Anstrengungen endlich läuft und es sich auch noch um ungewöhnliche – wenn nicht gar exotische – Technik handelt. Dies war Ende der 80er Jahre auch im Bayerischen Hochschul-Netz der Fall, wie wir gleich noch hören und sehen werden.

Die Entscheidung, dass auch nur ein Teil dieser Infrastruktur – also der bereits erwähnte Weitverkehrsbereich – in die Hände anderer übergeben werde sollte, verlangt mir auch in der Rückschau nach vielen Jahren noch tiefsten Respekt ab. Denn wie bereits erwähnt wohnt einem solchen Schritt häufig eine emotionale Komponente inne, ist daher bei weitem nicht selbstverständlich, wenn auch rein rational betrachtet durchaus häufiger geboten als man manchmal denken mag. Ich hoffe jedenfalls, der DFN-Verein hat dem Bayerischen Hochschul-Netz damals auch gefühlt nichts weggenommen.

Dabei mag es geholfen haben, dass die Mitglieder des Bayerischen Hochschul-Netzes ihre Stimmen und damit Mandate im DFN-Verein vereint hatten und natürlich noch immer haben. Darüber hinaus gab es ja noch so einiges zu tun, mit und ohne den DFN-Verein. In Bayern wurden Anträge geschrieben und Richtung DFN-Verein gesandt, begutachtet, bewilligt, die eingeworbenen Mittel verteilt und verbaut, Rekorde aufgestellt und... Aber hören und sehen sie dazu später mehr.

Die Interessengemeinschaft Bayerisches Hochschul-Netz lebte und arbeitete also weiter. Auch Campus-Netze blühten auf und wurden immer wichtiger bis hin zur heutigen Unerlässlichkeit für jegliches Arbeiten, die ebenfalls bunt wachsenden Campus-Dienste bedürfen weiterhin einer stetigen – im Regelfall zunehmenden – Hege und Pflege. Auch der DFN-Verein blieb nicht stehen, sondern schritt voran. In stets guter Kooperation wurde das Wissenschaftsnetz ausgebaut, neue Diens-

te erprobt und in den Regelbetrieb übernommen, oder auch zum Teil aus den sprichwörtlichen „übergeordneten“ – und daher hier nicht weiter erwähnenswerten – Gründen nicht weiter verfolgt oder gar eingestellt. Auch dazu folgen gleich Beispiele.

Kurz zum Abschluss meines Grußwortes ein paar Kennzahlen: der DFN-Verein betreibt heute 7 Kernnetz-knoten seines X-WiN in Bayern, nur NRW hat mehr. Von diesen 7 Kernnetz-knoten werden 5 in Einrichtungen, die dem Bayerischen Hochschul-Netz angehören, betrieben: Würzburg, Bayreuth, Regensburg, Erlangen und Augsburg. Und 2 der 7 Kernnetz-knoten in Bayern gehören dem so genannten Super-Core des X-WiN an – soviel wie in keinem anderen Bundesland. Die beiden Kernnetz-knoten sind übrigens in Erlangen und Garching, was vermutlich nur wenige hier im Raum überraschen dürfte.

Der DFN-Verein liefert Stand gestern 174 DFN-Internet-Dienste an Standorte allein in Bayern. Gewiss nicht alle im Bayerischen Hochschul-Netz vereint, aber ein sehr großer Teil davon.

Natürlich sind wir nicht am Ende. Auch die Hochschullandschaft wird sich weiter entwickeln dürfen und müssen. Wie wir hören soll mehr in Bildung und Forschung investiert werden, endlich. Doch alles wir schneller, offener, größer, mehr und verteilter. Es wird damit immer mehr von uns erwartet, was aber stets zuerst auch möglich gemacht werden muss – das wird gern übersehen.

Mit einem Blick auf Hochschulleitungen und Ministerien gerichtet sei daher gesagt: seien Sie dankbar, dass es Gemeinschaften wie das Bayerische Hochschul-Netz gibt, behandelt sie gut und hört auch auf sie. Manchmal braucht es kein Mandat, aber eine geeinte Meinung die mit einer kräftigen Stimme deutlich ausgesprochen wird. Und manchmal braucht es auch einen gesunden Hochschul-übergreifenden aber dennoch Hochschulinternen Antrieb, um Dinge zu bewegen. Das Bayerische Hochschul-Netz ist eine solche Gemeinschaft die bewegt, nun bereits seit 30 Jahren und damit mindestens in der zweiten Generation. Ich wünsche allen Mitstreiterinnen und Mitstreitern von Herzen, dass das Bayerische Hochschul-Netz auch eine Erfolgsgemeinschaft bleiben wird. Der gesamte DFN-Verein wird es Ihnen weiterhin danken.

Herzlichen Glückwunsch und natürlich „Vivat BHN!“ zu 30 erfolgreichen Jahren

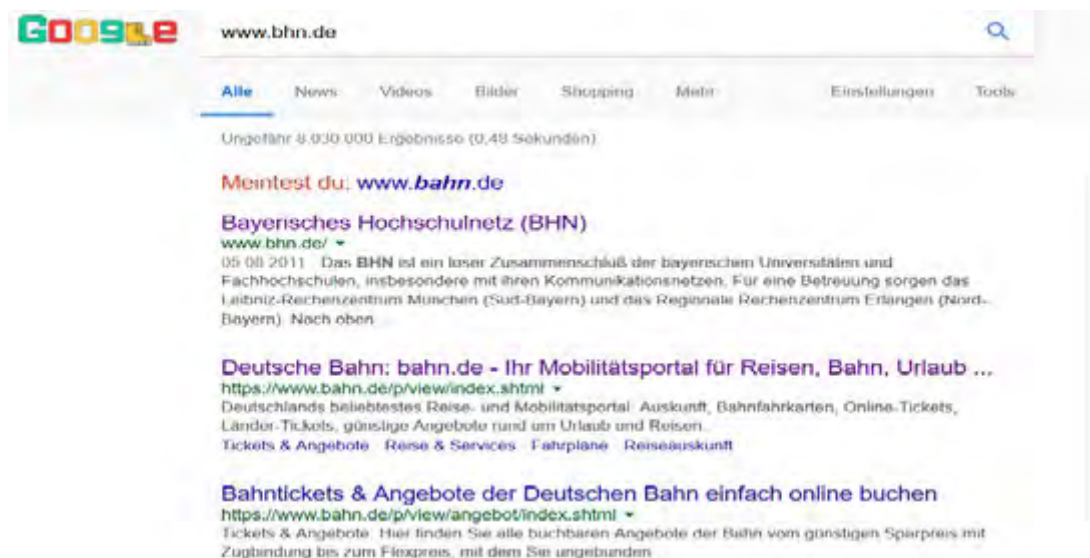
Erinnerungen eines Netz-Werkers

Alfred Läßle



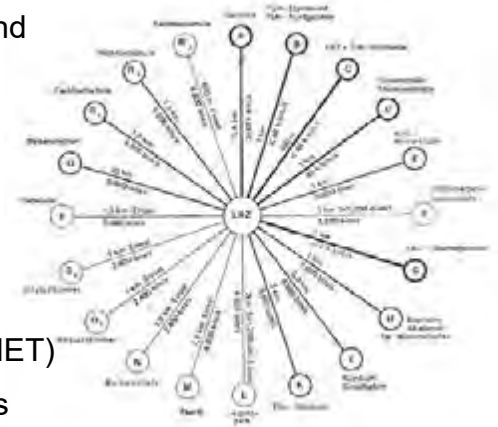
Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

BHN und GOOGLE



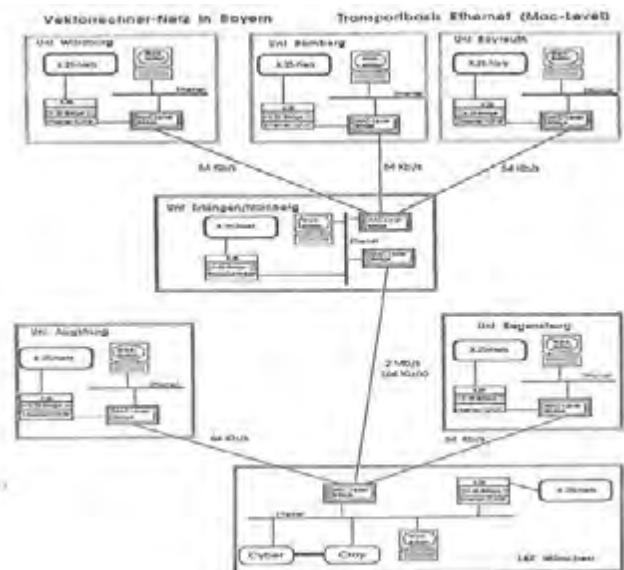
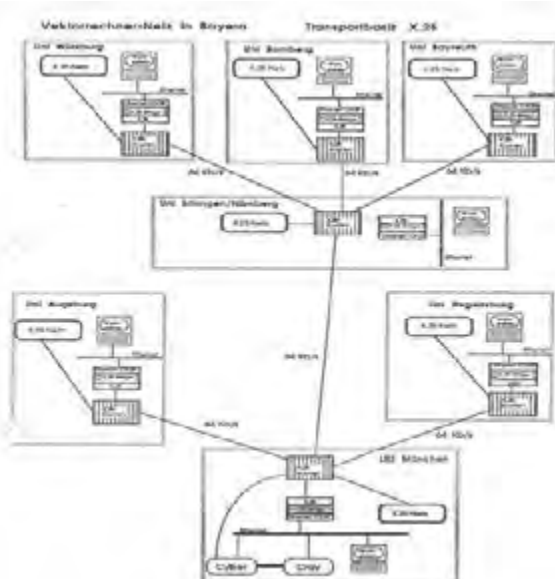
Anfänge

- 1968 Programm zur Einrichtung regionaler Rechenzentren (85% Bundesanteil)
- Viele Rechenanlagen Telefunken TR440 in ganz Deutschland
- Fernzugriffsnetze (Sichtgeräte, Stapelstationen)



- 1977 Ablöse TR440 durch CDC CYBER 175 mit AEG-Netz
- 1983 Lokale Netze mit Koaxverkabelung (NET/ONE, CDCNET)
- 1985 Ablösung AEG-Netz durch lokales X.25-Netz mit PADs
- 1988 CRAY Vektorrechner im LRZ für ganz Bayern
- Verbindungsorientiert (OSI) oder Verbindungslos (Ethernet) ?

Vorschläge für Vektorrechnernetz



Brief für Treffen am 22.3.1988



Betrifft: Bayerisches Netz

Sehr geehrter Herr Läßle,

Das RRZE ist aus visierel Gründen der Meinung, die bayerische Netzkonfiguration bezüglich der Anbindung Nordbayerns, das ein Netz mit einem homogenen X.25/T.10-Transportsystem betreibt, zu überdenken.

Die Universität Bamberg sollte mit aufgenommen werden.

Am reifsten OSI-kompatibles Transportsystem ist zu Zeit in breitem Maße die Protokollschicht X.25 (Vermittlung) und T.10/TPO (Transport) auf unterschiedlichen Systemen und für unterschiedliche Vermittlungssysteme verfügbar.

In Kenntnis der allgemeinen Verpflichtungen zu OSI sowie der verfügbaren, teils angekündigten Produkte unterschiedlicher Hersteller gibt es also für die nordbayerische Versorgungsbasis keinen Grund, von einem OSI-kompatiblen X.25 ... I Kommunikationssystem abzuweichen.

Mittelfristig dürfte sich daneben ein zweites OSI-kompatibles System mit TPO als Transportsystem etablieren, das, laut DFN-Konzept, durch Transport-Gateways mit dem TPO-Transportsystem verbunden wird, um dem Anwender eine homogene Kommunikationsinfrastruktur anbieten zu können.

Aus diesen Gründen sollten nicht-OSI-kompatible Teilnehmer, soweit wie möglich, nur über Gateways (benutzungsspezifisch) angebunden werden. Nach einer erfolgten Migration zu OSI-kompatiblen Transportsystemen können diese evtl. durch Vermittlungs-Gateways (Schicht 3) mit End-zu-End-Transportprotokoll oder durch Transport-Gateways ersetzt werden.

Andernfalls sollte berücksichtigt werden:

- Nicht OSI-kompatible Veranlagerungen über remote Bridges als "zentrale" Elementen machen das Netz empfindlich gegen Mißbrauch oder Fehlimplementationen (z.B. Teinet mit zeichenweiser Übertragung).

Unabhängig von diesen technisch/konzeptionellen Fragen sollte geklärt werden:

- bezüglich Netzkomponenten
 - * wer beschafft was?
 - * wer finanziert was?
 - * wer übernimmt die laufenden Kosten?
- bezüglich Endgeräten
 - * gibt es Empfehlungen für Endgeräte?
 - * welche Software soll eingesetzt werden?
 - * wie soll sich der Übergang zu ISO/OSI-Protokollen gestalten?

Um etwas mehr Planungssicherheit zu gewinnen, sollten sich alle Betroffenen (Leibniz-Rechenzentrum, Erlangen, Würzburg, Bamberg, Bayreuth) zu einer Konzeptionsabsprache zusammenfinden. Da der DFN-Verein, dem Vernehmen nach, die Konzeptionsphase fördert, sollte er an dem Treffen teilnehmen. Das RRZE stellt dazu gerne seine Räumlichkeiten zur Verfügung und schlägt als Termin den 22. März, 11:00 Uhr vor.

Als Anlage ist ein Vorschlag für eine modifizierte Netzkonfiguration beigelegt.

Mit freundlichen Grüßen

P. Holleczek
Dr. P. Holleczek

ISO/OSI versus TCP/IP



- ISO/OSI vom BMFT gefördert und gefordert
- DFN soll Wissenschaftsnetz realisieren auf ISO/OSI-Basis
- IP-Vorreiter
 - Karlsruhe (XLINK, Zorn) und Dortmund (EUnet)
- IP vorübergehende Entwicklung auf dem Weg zu OSI
- 1988 BeiWü IP-basiertes Landesnetz
- Ende 1990 IP wird vom DFN „toleriert“
- April 1991 IP erobert WiN

Wahlzugänge ab April 1980 - 2014

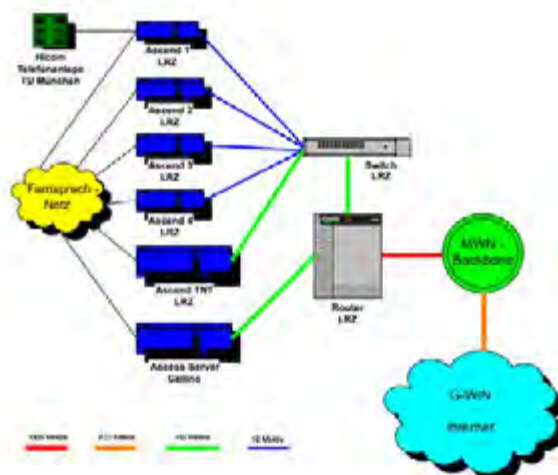


Zugang über Telefonnetz
 Akustikkoppler
 Modem
 ISDN
 Beteiligung vieler Telefonfirmen
 Telekom Uni@home
 M-net
 Callisto
 Savecall



Einwahl zum Ortstarif oder frei

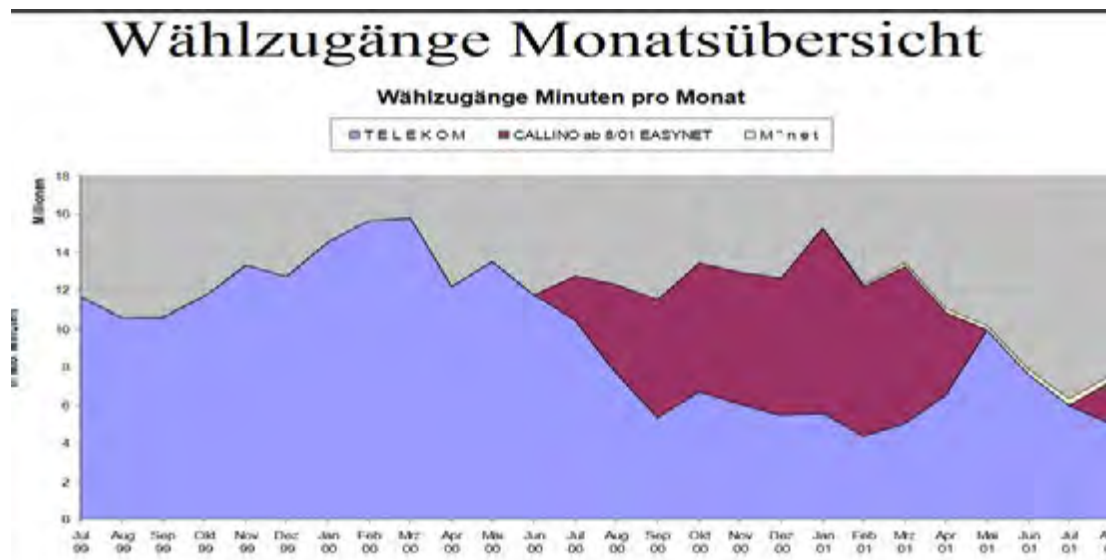
Konfiguration Wählserver



Wahlzugänge Minuten pro Monat

30
1988-2018
BHN

lrz



Nutzung Wählanschlüsse

30
1988-2018
BHN

lrz

Dezember 1999

Über 1.000 wählanschlüsse

25.000 Nutzer

1.000.000 Verbindungen

46 % ISDN-Anteil

Anbieter	Rufnummer	Tarif Hauptzeit [Pf/Min]	Tarif Nebenzeit [Pf/Min]	Tarif gilt	Anzahl Kanäle
Callino	0192 666060	3,2	2,1	Bundesweit	> 400
Telekom	089 28999005	8	3 / 4,8	Citybereich München	660
Telekom	01801 289000	8	3 / 4,8	Südbayern	660
Telekom	089 2881010	8	3 / 4,8	Citybereich München	180
Telekom	089 2881190	8	3 / 4,8	Citybereich München	90
TUM und Behörden	089 289 27777	0	0	Innerhalb Querverbindungsnetz	30

16 Minuten im Durchschnitt eine Verbindung

1,7 Mbyte im Durchschnitt das transferierte Datenvolumen

2012 45 Nutzer

2013 20 Nutzer

2014 DienstEinstellung

Verkabelung



- NIPI ab 1986
 - Verkabelungsebenen
 - Strukturierte Verkabelung
 - Welches Medium ?
 - Glas
 - Multi oder Monomode
 - Kupfer
 - Geschirmt oder Ungeschirmt
 - 4- oder 8- Draht
 - Ethernet-Koax
 - Dick oder Dünn oder Breitband

Anruf von Prof. H. J. S. am 11. 10. 1991:

Im TU-Bereich darf für die Etagenverkabelung nur das dicke Ethernet-Kabel verwendet werden.

Das LRZ hat sich an diese Anweisung zu halten.

Verkabelung



NIPII ab 2002

Planungsteam aus ganz Bayern

Glas oder Kupfer im Endbereich (heftige Diskussion mit Prof. S.)

Koax-Ersetzung durch eine strukturierte Verkabelung

TU München/Garching Kosten in Höhe von 8,1 Mio. Euro

LMU Kosten in Höhe von 4,6 Mio. Euro

TU München/Weihenstephan Kosten in Höhe von 2,5 Mio. Euro

In Zukunft Wireless im Endbereich ?

Entwicklung WiN



- Ende 1988 BHN mit 64 kbit/s Standleitungen
- Mitte 1990 Ablösung BHN durch WiN
- Anfang 1996
 - 2 Mbit/s 7 Unis
 - 128 kbit/s 1 FH
 - 64 kbit/s 3 FHs
 - 9,6 kbit/s 6 FHs
- Mitte 1996
 - 155 Mbit/s 2 Uni-Standorte **durch Bayern-Online**
 - 34 Mbit/s übrige Uni-Standorte
 - 2 Mbit/s alle FHs
- Anfang 2008
 - 300, 600, 1.000, 2.000 Mbit/s Universitätsstandorte
 - 100 Mbit/s alle HSs
- Heute (Mitte 2018) 1 Gbit/s bis 20 Gbit/s

Datenvolumen ins WiN



- Steigerung von 9/95 zu 9/99 (vier Jahre)
- 479 GByte zu 33.271 GByte (Faktor 70 oder 2,9 pro Jahr)

Kosten WiN



2001	G-WiN-Kosten	DM	11.460.000	
	SDH und ATM-PVC-Dienst	DM	1.000.000	
Gesamt		DM	12.460.000	85 % globale Förderung
2002 trotz gestiegener Datenvolumina keine höheren Kosten				80 % globale Förderung
2007	X-WiN-Kosten	EUR	3.733.000	65 % globale Förderung
2009	X-WiN-Kosten	EUR	3.692.000	65 % globale Förderung
2017	X-WiN-Kosten	EUR	3.040.000	65 %

Tarifeinheit in der Fläche:

Wendelstein, Zugspitze, ??

BHN

Was ist und was war



- Zentrale Finanzierung (durch LRZ)
- Gemeinsame Verfahren und Vorgaben (NIP)
- Lernen von Anderen
- Vorreiter für Netzentwicklung in Bayern (auch für andere Behörden)
- Innovative Anwendungen und Test (RTB, GTB)

REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



30 Jahre Bayerisches Hochschul-Netz

P. Holleczeck, RRZE



1988 – richtungsweisendes Jahr



- Regional
- International
- DFN
- Eindruck
- VBN & BaWue
- Quo Vadis ?
- BY

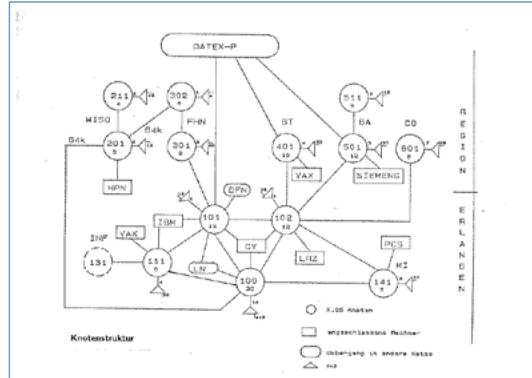


15.03.2018 | 30 Jahre BHN | P. Holleczeck

2

Regional

- **Unis:**
 - Private X.25-Netze, was das (Telefon-)Kupfer hergibt
 - z.B. RRZE (1987)



- LWL-basierte Netze sollten erst später kommen

International

- IBM: Technik & Sponsor
 - Europäisch EARN (European Academic Research Net), weltweit BITNET, in D seit 1984



Fikis D. HOFMEISTER Gg. VMF/PA - C-0 1. 8. 1951-05-25 10. 04. 1951
 =====
 sehr dankbar für Mitteilung
 daß wir den oben erwähnten Mann mit Frau Prof. Hahn von der
 Fakultät für Physik in Hamburg kennen. Es wurde die Kommunikation
 zwischen uns sehr erleichtert, wenn wir für das Austausch von
 Nachrichten und Daten die Fakultät Hamburg kennen. Obwohl die
 Frau Hahn selbst das Fach Physik in der Fakultät in der Abteilung
 Anlage der ihnen angeschlossenen Institut gelang es uns bisher nicht
 unser bisherige Kontakte aufzunehmen.
 Ich möchte deshalb anfragen, ob irgendwelche Möglichkeiten des
 Kontaktes zwischen ihnen und uns besteht, wie z.B. eine kleine
 Mitteilung aufzulegen, oder von ihnen eine Karte.
 Mit freundlichen Grüßen
 ainer Person
 Institut für Theoretische Astrophysik
 an der Universität Göttingen
 3500 Göttingen

- hauptsächlich für eMail
- X.25 weltweit, by PTTs
 - z.B. Datex-P (seit 1980), behäbig (9.6 Kbit/s), volumenorientiert

DFN



- Existiert seit vier Jahren
- Nutzt das Datex-P-Netz der DBP, zu Sonderkonditionen
- Service auf Basis von X³ bzw. der frühen „DFN-Protokolle“, z.B. DFN-Remote Job Entry
- Fördert, wo Verfügbarkeit lückenhaft, ISO-Protokoll-Entwicklung (z.B. FTAM statt „DFN-Filetransfer“)
- Eigenes Netz ist erst in Planung
 - Bedarf musste noch ermittelt werden

DFN



- Bedarfsumfrage: (erst) 7.7.1988

ljewrk/dosI/mr 07.07.1988

Deutsches Forschungsnetz

Sehr geehrter Herr Präsident,

ich komme zurück auf unsere Diskussion anlässlich der Sitzung des Plenums der Westdeutschen Rektorenkonferenz am 08.02.1988 und meine damaligen Ausführungen zur Bereitstellung und Finanzierung von Rechnernetzen in der Bundesrepublik Deutschland.

Dem Plenum erläuterte ich, daß ein leistungsfähiges rechnergestütztes Kommunikationssystem in der Bundesrepublik Deutschland Voraussetzung ist, um den hohen Rang der Forschung auch für die Zukunft zu sichern. Diesen Schluß lassen Erfahrungen im Ausland und Erfahrungen mit der Pilotnutzung des Deutschen Forschungsnetzes (DFN) und des European Academic and Research Network (EARN) zu. Die Nutzung der Da-

- Ergebnis der Umfrage: 13.9.1988, zu spät ...

Eindruck



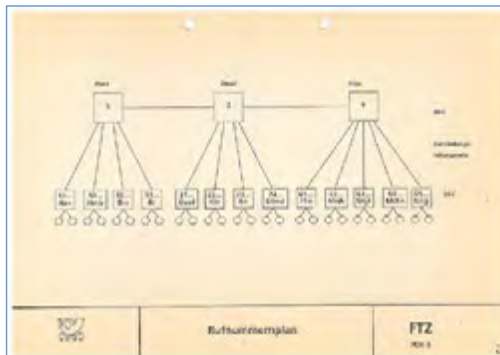
- Alles geht zu langsam voran
- Datennetze sind erwachsen geworden
- Warten, dass etwas passiert
- Spannung liegt in der Luft ...



DBP



- VBN – Vorläufer Breitband Netz (DBP)
 - Bundesweit 140 Mbit/s
 - gedacht für Videokonferenzen



Quelle: Post (1988)

DBP & BaWü



- 23.2.1988: BaWü
 - BelWue-Pilot auf VBN-Basis
 - Hirschmann Sternkoppler für Ethernet-Anschluß



Quelle: RUS

Quo Vadis DFN ?



- Coup gelungen ;-)
- Blick auf DFN
 - (nur noch) Backbone für Landesnetze?
 - Einheitliches bundesweites Netz?

Vektorrechner-Netz in BY



- Vektorrechner Cray XMP am LRZ geplant
 - für alle Hochschulen,
 - › grafik-orientierte Anwendungen, z.B. auf SUN-Workstations
 - landesweites Netz erforderlich
 - 22.3.1988
 - › landesweites Spezialistentreffen
 - › am RRZE, mit DFN-Beteiligung

Betrifft: Bayerisches Vektorrechner-Netz

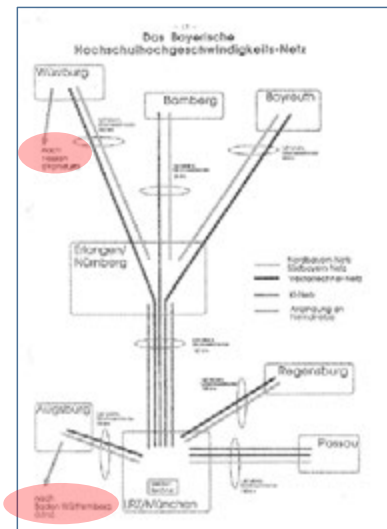
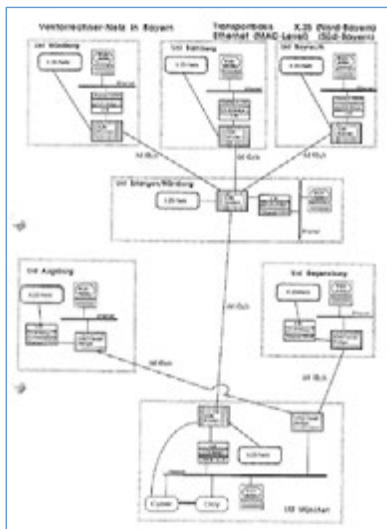
In Absprache mit Herrn Läßle, LRZ, möchte ich Sie zu einer Besprechung über einige offene Fragen des künftigen bayerischen (Vektorrechner-)Netztes einladen. Die Besprechung findet, wie bereits angekündigt,

am 22.03.1988
um 11:00 Uhr
im Konferenzraum 2.049 des RRZE

Quo Vadis BY ?



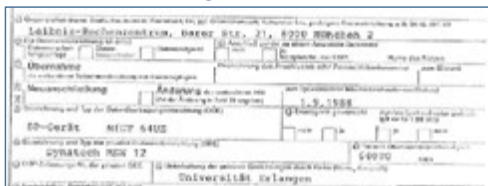
- Wie Bund
- VBN-Pilot ‘



Quo Vadis BY?



- Landesweites X.25-Netz
 - Sofortiger Start
 - „Eigene“ neueste Technik (bis 2 Mbit/s)
 - Erstmals mit 64 kbit/s der DBP
 - Schaltauftrag 26.5.88 zum 1.9.88



- Griff nach VBN-Pilot in BY
 - 3.6.1988 WiMi an BMPT
 - Wohllwollen der OPD N



BY („BHN“ ab Ende 1988)



- Landesweites X.25-Netz
 - In Betrieb seit Herbst 1988
 - Geht Jan 1990 in WiN auf
 - Günstiger als BY-Eigenlösung
 - Technik feiert 1991 im ErWiN Revival



Quelle: DFN-Mitt

- VBN-Pilot
 - BMPT
 - Kein weiterer Pilot ☹
 - VBN wird regulär, kostet
 - => Flächenversorgung unbezahlbar
 - VBN-Technik
 - 140 Mbit/s bleibt exotisch
 - „Hirschmann-Stern“: eigentlich Ethernet-Hub
 - Eigentlich benötigt: FDDI-Router

Die „Auflösung“



■ 8.5.1989

An das
Bayerische Staatsministerium
für Wissenschaft und Kunst
Herrn Min. Rat Dr. Norbert Willisch
Salvatorplatz 2
8000 München 2

5/77/6/3
E-1500 Berlin 15 (Winnarsdorf)
W 030 884213-77-24
Telefax 030 884213-25
Telefax 030 884213-25

Ihre Zeichen / Ihre Nachricht vom: Unsere Zeichen: Datum:
LJ21003/TTX 08.05.89-BL

Bayerisches Hochschulhochgeschwindigkeitsnetz

Sehr geehrter Herr Willisch,

wie mehrmals besprochen, gebe ich Ihnen mit diesem Schreiben eine Stellungnahme des Vereins zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes zum Bayerischen Hochschulhochgeschwindigkeitsnetz, zu dem Sie besonders mit Brief der Deutschen Bundespost einen zunächst ablehnenden Bescheid erhalten haben.

Das Bayerische Hochschulhochgeschwindigkeitsnetz ist ein wesentlicher Teil des Konzeptes des Deutschen Forschungsnetzes zum Aufbau einer vernetzten Hochgeschwindigkeitskommunikationsinfrastruktur für die Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Bekanntlich sind der Deutschen Bundespost neben dem Bayerischen Hochschulhochgeschwindigkeitsnetz zahlreiche weitere Pilotprojekte vorgetragen worden, die die Überlassung von Breitbandleitungen zu Vorzugsbedingungen enthalten. Die Deutsche Bundespost hat mehrmals erklärt, daß sie mit der Wissenschaft in der Entwicklung der Nutzung von Breitbandnetzen zusammenarbeiten wolle und hat das Deutsche Forschungsnetz mit der Koordination der Vorhaben beauftragt.

■ Gut davongekommen ☺

Weiter mit Dynamik und Ausstrahlung



- NBL
- 34M-Pilot
- RTB
- GTB
- VoIP
- Telefonie
- Clouds

1991ff Betreuung NBL



- Know-How Transfer
- Einladung zu BHN-Treffen
 - Treffen bei Uni-BW München
 - Y-Tours ☺
- Beratung
- Hilfe beim Aufbau des ErWiN (Erweitertes WiN)

34M-Pilot (1992-1994)



▪ Pilottests 8/34 Mbit/s

1. Die Telekom wird dem DFN-Verein ein schriftliches Angebot für folgende digitale Datenübertragungsverbindungen mit 34 Mbit/s-Übertragungsgeschwindigkeit mit einer Bindefrist von 18 Monaten anbieten:

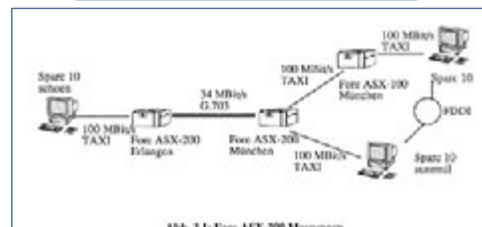
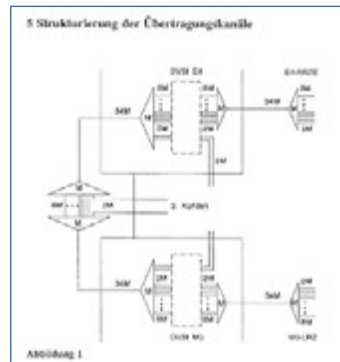
- Erlangen-München
- Erlangen-Würzburg

Während des Gesprächs überschlägig kalkulierten Kosten liegen bei 100 Millionen DM.

2. Die Telekom wird dem DFN-Verein ein Alternativangebot zuschicken mit folgender Konzeption für Datenübertragungsverbindungen:

- Erlangen-Würzburg: 2 x 2 Mbit/s für 12 Monate
- Erlangen-München: 34 Mbit/s für 6 Monate
- Würzburg-München: 4 x 2 Mbit/s für 12 Monate

Die letztgenannten 4 x 2 Mbit/s-Übertragungskapazität soll auf folgendes Wege, der nicht veröffentlichungsfähig ist, bereitgestellt werden:

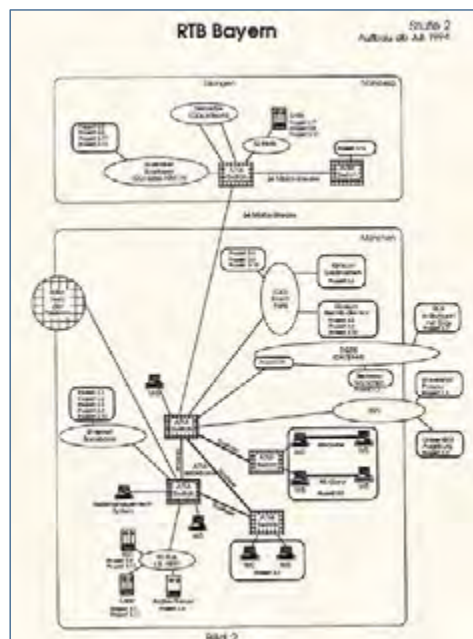


Regionale Testbeds, RTB (ab 1995)



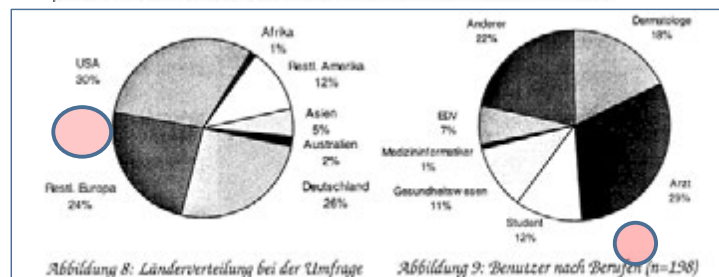
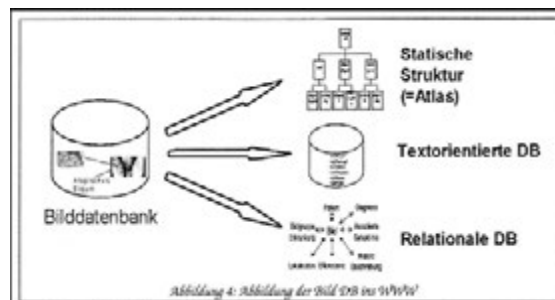
- Pilottest und Abnahme 34/155 Mit/s
 - Leitungen & Vermittlungstechnik
 - LAN-Anbindung
- Innovative Anwendungen

Konfig



Dermatology Online Imaging Atlas

30
1988-2018
BHN



FAU
FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG



15.03.2018 | 30 Jahre BHN | P. Holleczeck

21

Gigabit Testbeds, GTB (ab 1998)

30
1988-2018
BHN

- Pilottests
 - (1 – 4)*2,4 Gbit/s
 - eigene Fasern
 - optische Verstärker (M-ER: Heideck, Pfaffenhofen)
 - DWDM
- BY & Berlin
 - 7 Leitungsabschnitte
- Innovative Anwendungen
 - Bandbreite und Latenz
 - TV, Medizin (2nd Opinion)
- Weltrekord

FAU
FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

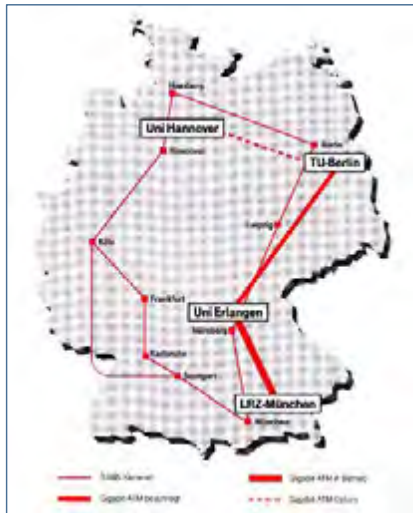


15.03.2018 | 30 Jahre BHN | P. Holleczeck

22

Konfig & Anwendungen

30
1988-2018
BHN



Quelle: T



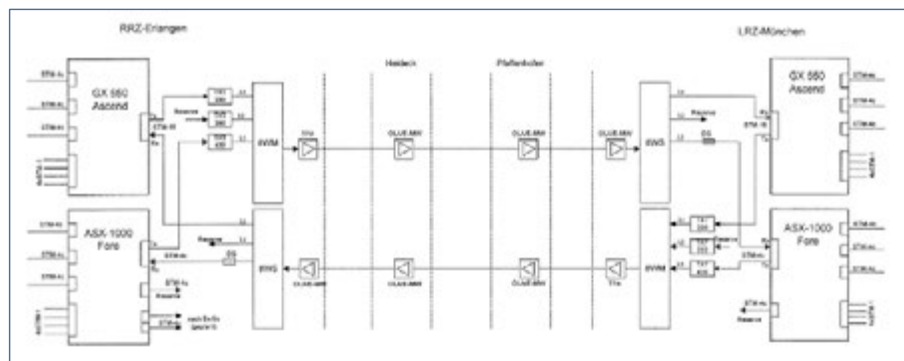
Quelle: T (TUM, FAU)

Technik

30
1988-2018
BHN



Quelle: Pirelli



Quelle: T

Weltrekord 13.7.1988

30
1988-2018
BHN



VoIP (2005 ff)

30
1988-2018
BHN

- Intensive und nervende Tests
 - Voran U PA, U EI, LRZ, U WÜ
- Stöhnen und Lacherfolge ☹
- Nicht ausgereifte und inkompatible Technik
- Erboste Nutzer
- KnowHow-Gewinn ☺
- Mitsprache ...

Telefonie (2010/2011)



- Telefonie über DFN/WiN kein Selbstläufer
- verstärkt rein finanzielle Erwägungen im Vordergrund
- BHN: Sachargumente
 - (VoIP-)Technik
 - › Dienstqualität (Delay, Jitter)
 - › Sicherheit (Verschlüsselung)
 - Harte Verhandlungen
 - Ausnahmeregelungen für VoIP mit DFN

Seriöse Bayern-Clouds (2017ff)



- Internationale „Clouds“
 - Urlaubsfotos & Firmendokumente
 - Ausflug ins Ungefähre
 - Recht und Datenschutz auf der Strecke
- Mit DFN
 - Datenschutz und deutsches Recht
 - IDM-Anschluß
 - Realisierungen
 - › LRZ: Sync+Share mit Powerfolder
 - › UBw: Sync&Share mit Teamdrive
 - › FAU: FAUbox mit Powerfolder

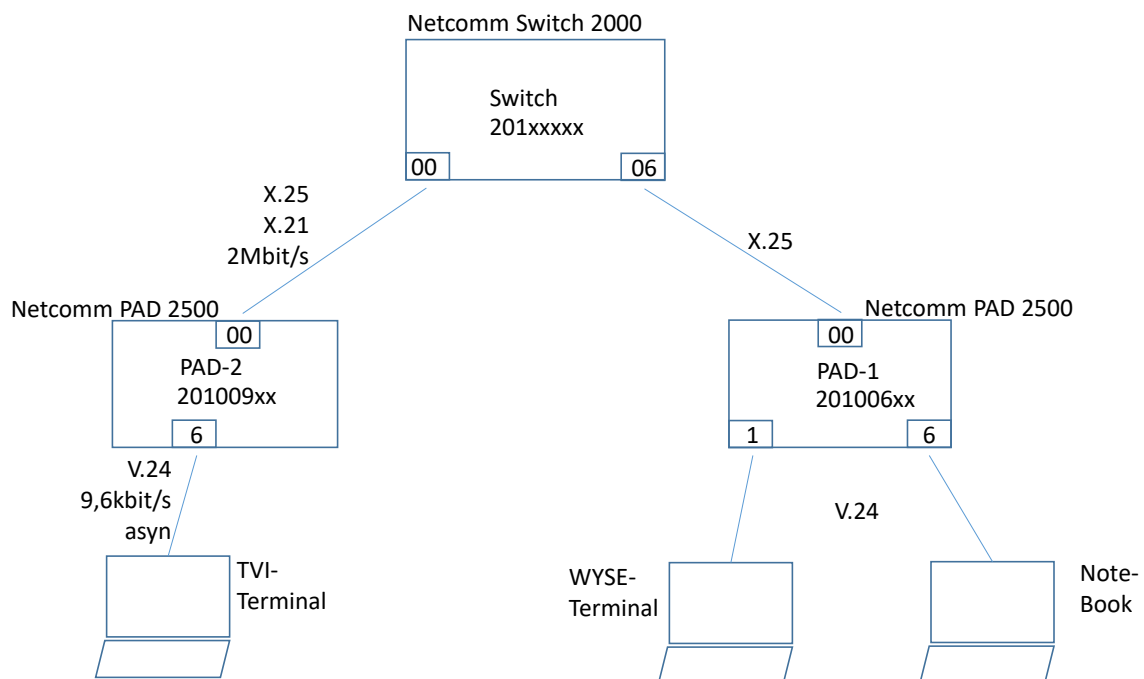
gemeinsam stark



Ausstellung „alter“ DFÜ- bzw. Netzkomponenten / X.25-Netz

Die Ausstellung umfasste verschiedene Geräte der Datenfernübertragung und Netztechnik, von Akustikkoppler (Comko, 1981), Fernstreckenmodem (LSI.96, 1978), X.25-Komponenten (Switches, 1983-1992, bis IP-Router, Wellfleet, 1990), siehe Fotos S.42.

Zur Demonstration noch funktionsfähiger Geräte wurde ein „kleines“ X.25-Netz aufgebaut und betrieben, bestehend aus einem X.25-Switch (dem „Netz“), zwei PADs („Packet Assembler Disassembler“ als Terminalserver) und jeweils einem angeschlossenen Terminal (Sichtgeräte mit asynchronen, seriellen Schnittstellen nach V.24), siehe folgende Konfigurationsskizze:



Die X.25-Komponenten sind Geräte des (nicht mehr existierenden,) englischen Herstellers Netcomm, die sowohl im RRZE-, im BHN- als auch im Wissenschaftsnetz zum Einsatz kamen. Sie repräsentieren eine „späte“ Generation von X.25-Geräten und zeichnen sich durch Übertragungsgeschwindigkeiten von 2 Mbit/s (X.21, seriell), sowie Ethernetschnittstellen von 10 Mbit/s aus. (Zum Vergleich: Das Datex-P-Netz der Deutschen Bundespost und

die erste Version des WiN bot Schnittstellen mit 64 Kbit/s) an.

X.25 steht für ein verbindungsorientiertes Netzwerkprotokoll, mit den Kommunikationsphasen Verbindungsaufbau (initiiert über „Call Request“), Datenübertragung (über aufgebauten „virtuellen Kanal“) und Abbau („Clear“).

In der demonstrierten Testkonfiguration (s. Skizze) bildete in der Mitte ein „Switch Netcomm2000“ das X.25-Netz (Skizze: „201000xx“). Seine Aufgabe besteht generell darin, eingehende Rufe anzunehmen, virtuelle Verbindungen auf- und abzubauen, sowie angelieferte Datenpakete entsprechend weiterzuleiten. Links und rechts neben dem Switch

waren je ein „PAD2500“ (Skizze: „201009xx“ bzw. „201006xx“) angeordnet und per Kabel mit ihm verbunden. Diese Schnittstellen lassen sich charakterisieren durch X.21, seriell, 2 Mbit/s (physikalische Ebene), HDLC (Link-Ebene) und X.25-Protokoll (Netzebene). An die PADs waren jeweils ein Dialog-Terminal (Tastatur + Bildschirm) mit 9.6 Kbit/s angebunden.



Gemäß der genormten Funktionen („Triple X“= „X.3/X.28/X.29“) dienen die PADs zur Bereitstellung der Nutzerschnittstellen („Bedienkommandos“, etwa zur Verbindungsanforderung) und zur Annahme und Abbildung eingegebener Zeichenfolgen auf X.25-Datenpakete bzw. zur Auslieferung und eventueller Rekonstruktion zum Zielpartner.

Als Anwendungen konnten gezeigt werden:

- Verbindungen von einem Terminal zu den Managementschnittstellen der Netzkomponenten z.B. durch „Call 20100009“ zum Management des Switches „201000xx“ und Ausführung von Statusabfragen oder Konfigurationen Verbindungen von einem Terminal zu Testfunktionen des Switches

- z.B. durch „Call 20100008“ zur permanenten Ausgabe generierter Zeichenfolgen an das Terminal
- Verbindungen von einem Terminal zum anderen und Austausch jeweils eingegebener Texte auf Nutzerebene („Chat“)

Zusätzlich wurden die Vorfürhungen durch einen Laptop als drittem, seriellem Terminal mit wechselnden Anschlusspunkten unterstützt. In eine der Terminal-PAD-Verbindungen war ein Leitungsmonitor („Digi Log III“) geschaltet, der die darüber übertragenen Daten auf seinem Display aufzeichnete und nachverfolgen ließ.

U. Hillmer



DAS NETZ DER ZUKUNFT

Axel Clauberg

VP Technology Innovation, Deutsche Telekom AG

Chairman of the Board, Telecom Infra Project

@aclauberg



The **best** way to
predict the **future**
is to **invent** it.



Alan Kay

WECKRUF FÜR TELEKOMMUNIKATIONSUNTERNEHMEN

Global Mobile Data Traffic Forecast by Region



- Mobile Daten werden mit ~50% pro Jahr wachsen, **Versiebenfachung des Verkehrs bis 2021***
- Anstieg wird hauptsächlich durch Video getrieben (ca. 80% des Verkehrs in 2021)
- Einführung von 5G startet in 2019
- ARPU für 3play/4play sinkt
- Produktionskosten steigen

Wir brauchen radikalere Ansätze um **Kapitaleffizienz** zu erzielen !

© Deutsche Telekom AG, 2016

15.03.2018

3

WELCHEN WEG GEHEN WIR?



By Öen photograph by Sandstein, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8637431>

© Deutsche Telekom AG, 2016

15.03.2018

4

WELCHEN WEG GEHEN WIR?



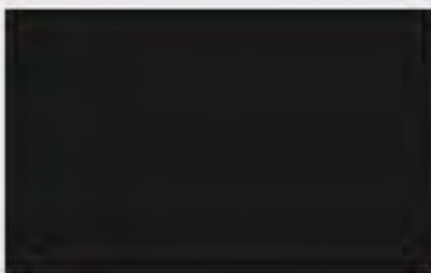
By Own photograph by Sandstein, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8637431>

© Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

5

DISAGGREGATION UND INTEGRATION



Von monolithischen
Systemen



zu modular, flexibel, Best-in-Class,
Life-cycle, Ökosystem, Offen

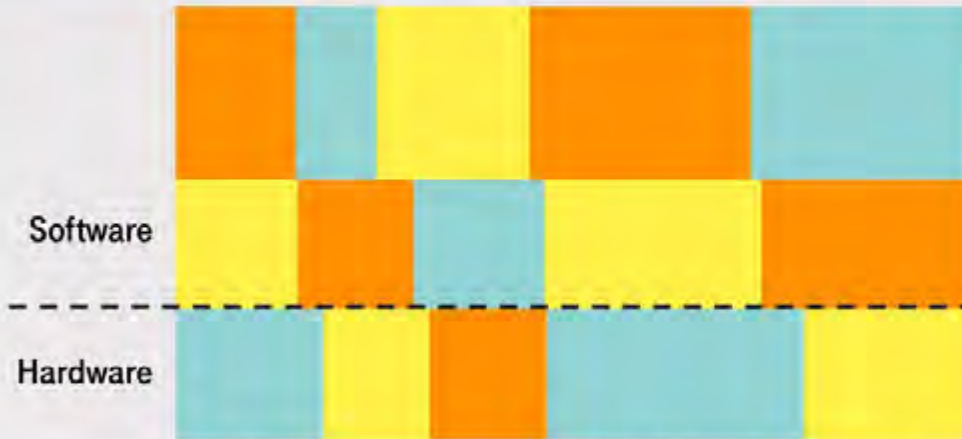
DevOps

© Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

6

DISAGGREGATION UND INTEGRATION



Saubere Trennung zwischen Hardware und Software

© Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

7

NEUES DENKEN – ACCESS



HERAUSFORDERUNGEN FESTNETZ

- Glasfaser näher zum Kunden bringen.
- OLTs/MSANs oder gleich ein IP Router?
- Rechenzentrum im KVZ?
- Rechenzentrumstechnologien können helfen.
- Drahtlose Technologien können helfen, Glasfaserengpässe zu überbrücken.

© Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

8

VISION TRANSPORT

einfach. sicher. automatisiert.



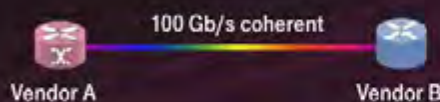
Das Transportnetz läuft den Bedarfen vorher.
Bereitstellung binnen Minuten.

© Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

9

VEREINFACHUNG: PROBLEM DER INTEROPERABILITÄT



IP & OPTICAL INTEGRATION

- Extrem einfaches optisches Netz senkt Investitions- und Betriebskosten
passive Splitter + Verstärker
- Optimierte für IP
- **Schneckenpfad in der Standardisierung:**
Interoperabilität
- Für 100 Gb/s DT Ansatz erfolgreich mit 4 Router Herstellern (+ neue Anbieter)

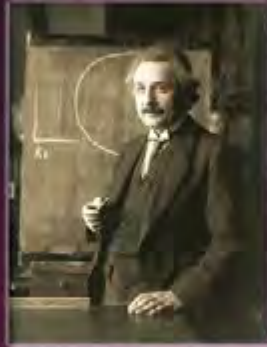
© Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

10

ZUKUNFT VON IP & OPTICAL: TB/S LONG HAUL

400 Gb/s sind nicht das Limit...
Die einzigen Begrenzungen, die wir akzeptieren:



2020: 400 Gb/s Pluggable 600 Km
2022: 600 Gb/s Pluggable 600 Km, 1.6Tb/s Pluggable < 10 Km
2024: 1 Tb/s – 1400 Km

Deutsche Telekom AG, 2018

15.03.2018

11



TELECOM INFRA
PROJECT

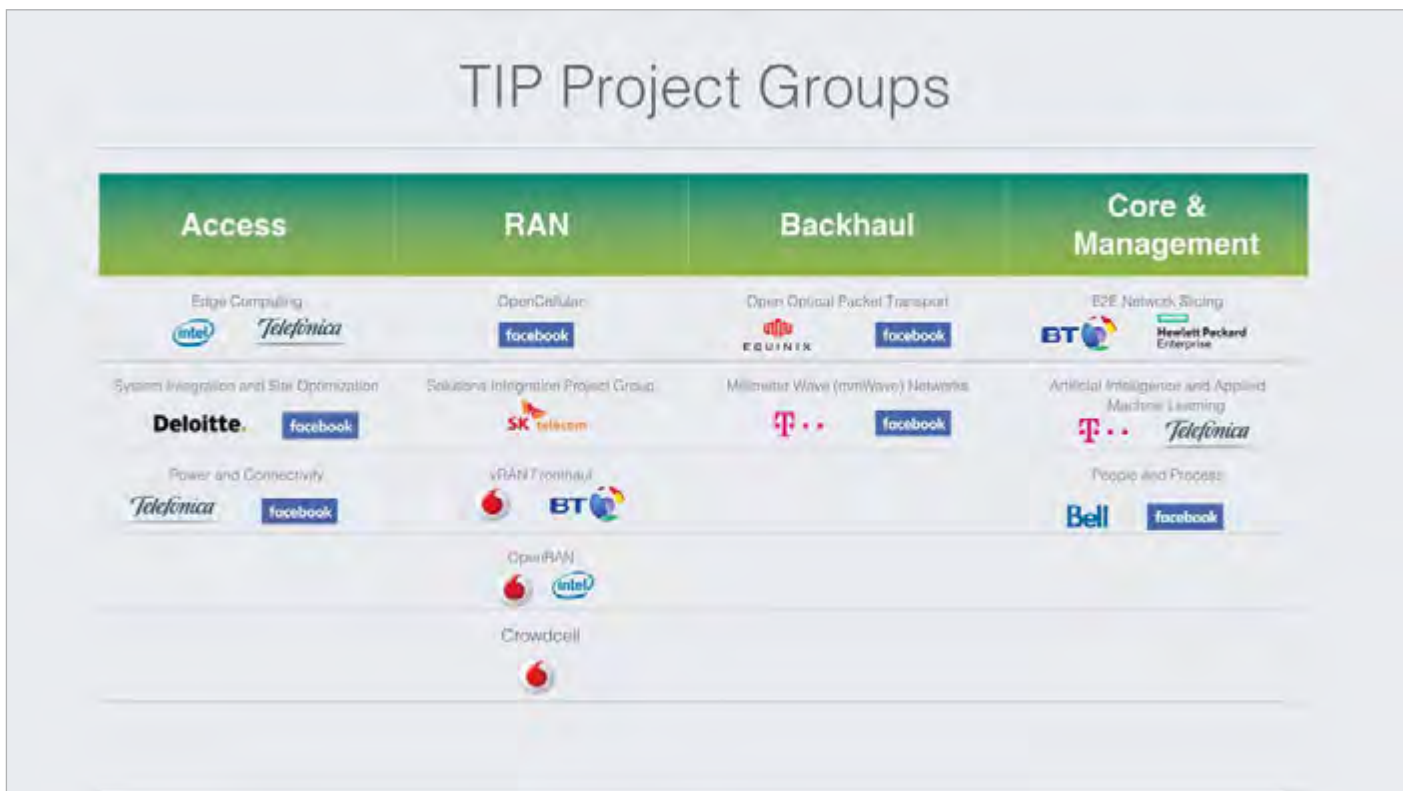
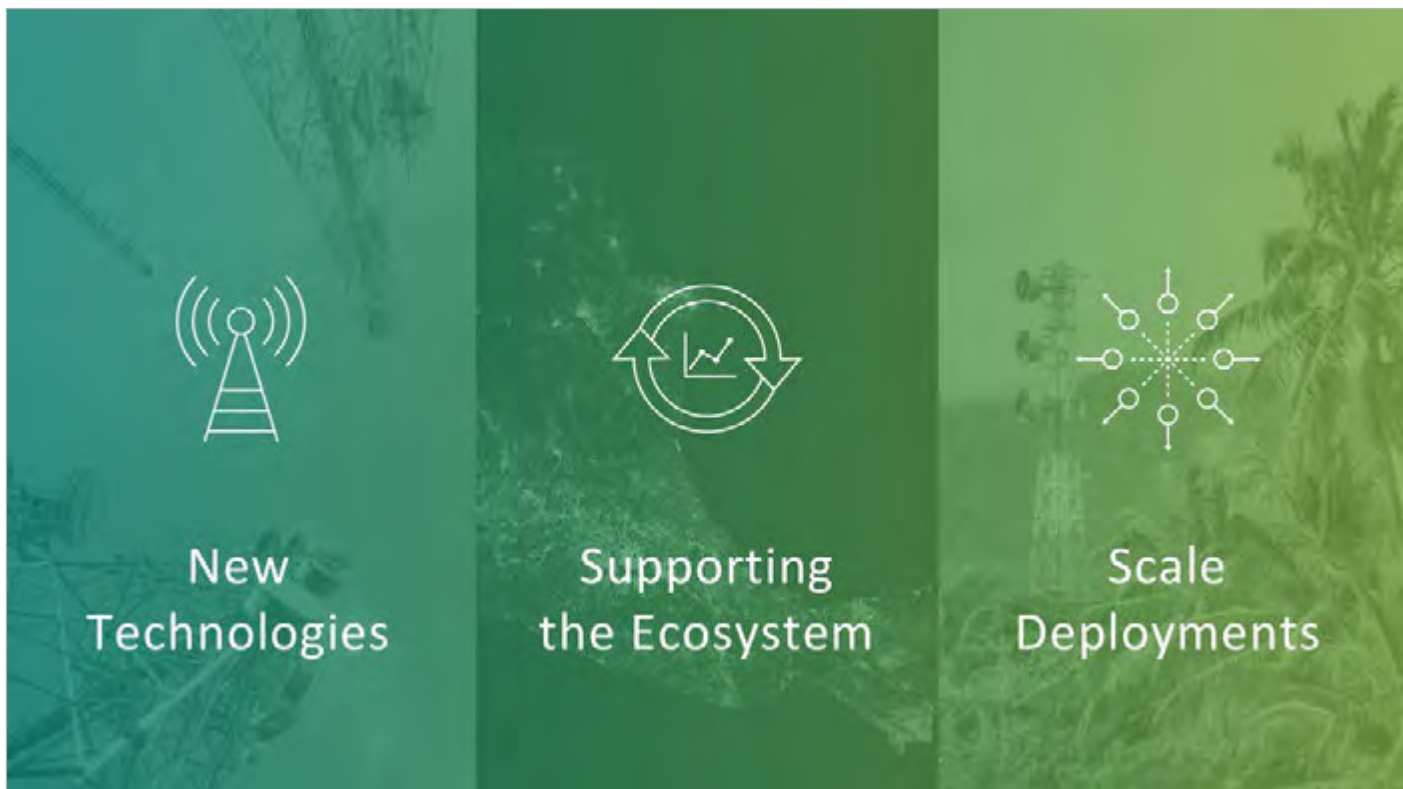
12

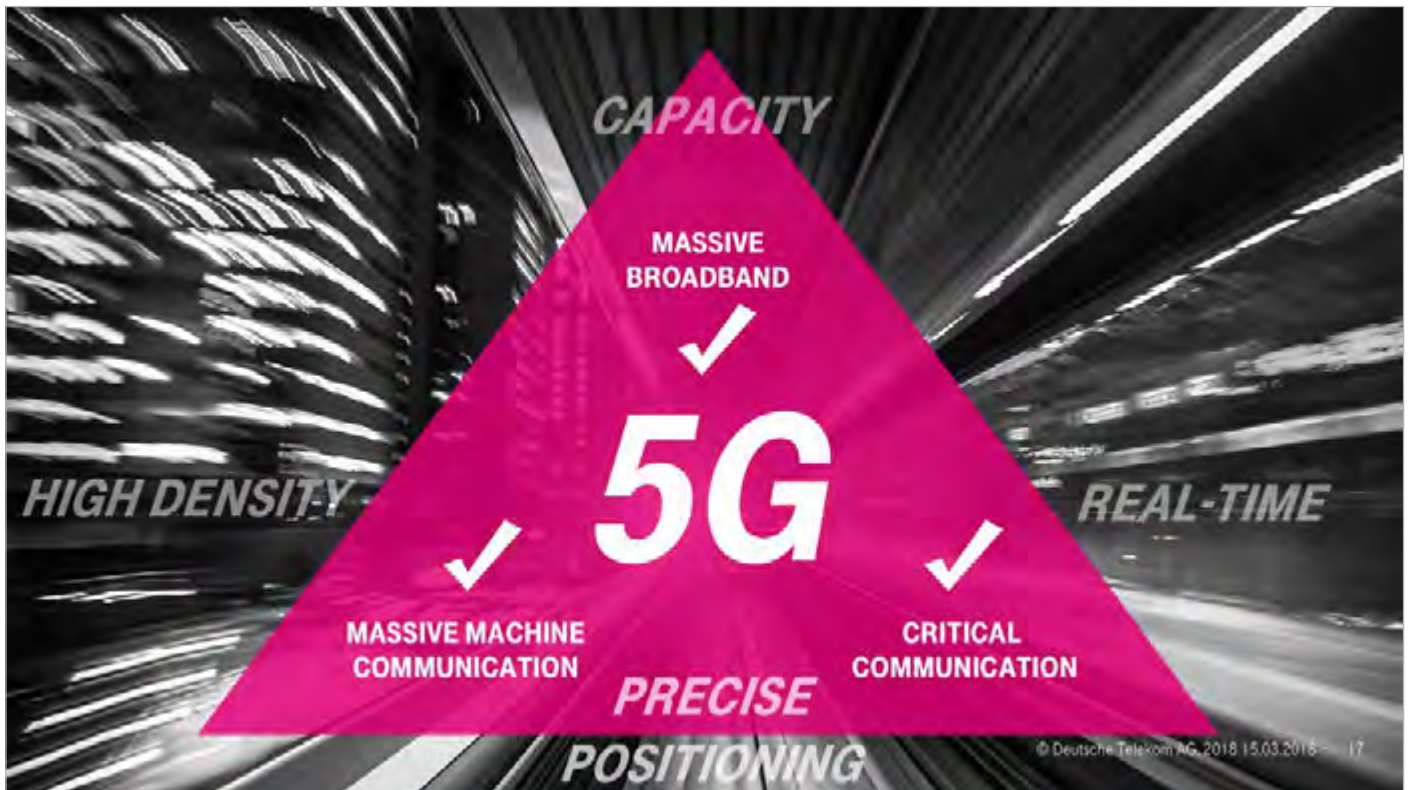
Mission

The Telecom Infra Project (TIP) is an engineering-focused initiative driven by operators, infrastructure providers, system integrators, and other technology companies that aim to reimagine the traditional approach to building and deploying telecom network infrastructure.

TIP 2018 | 500+ Members



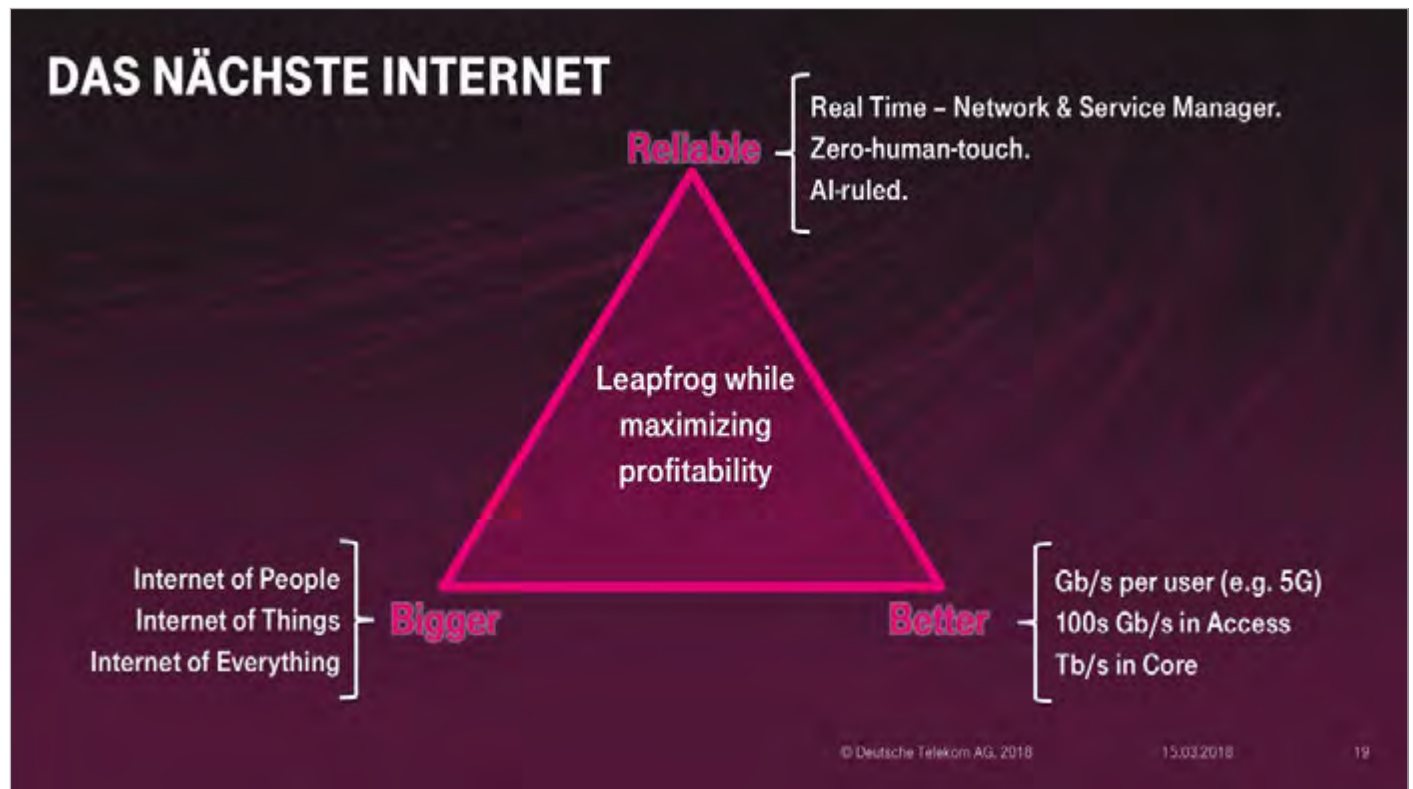


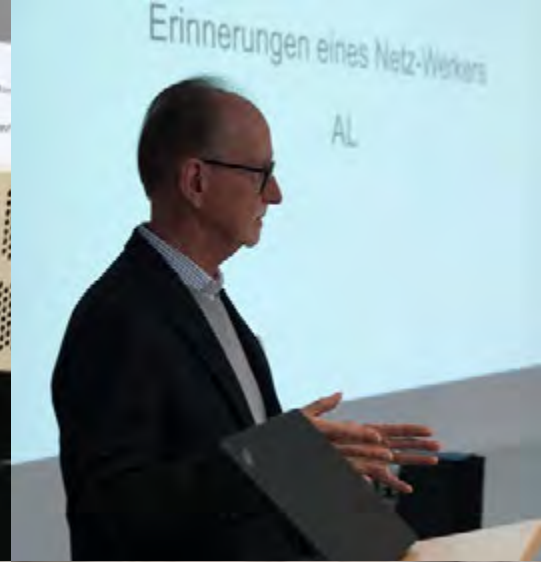


NETZE DER ZUKUNFT

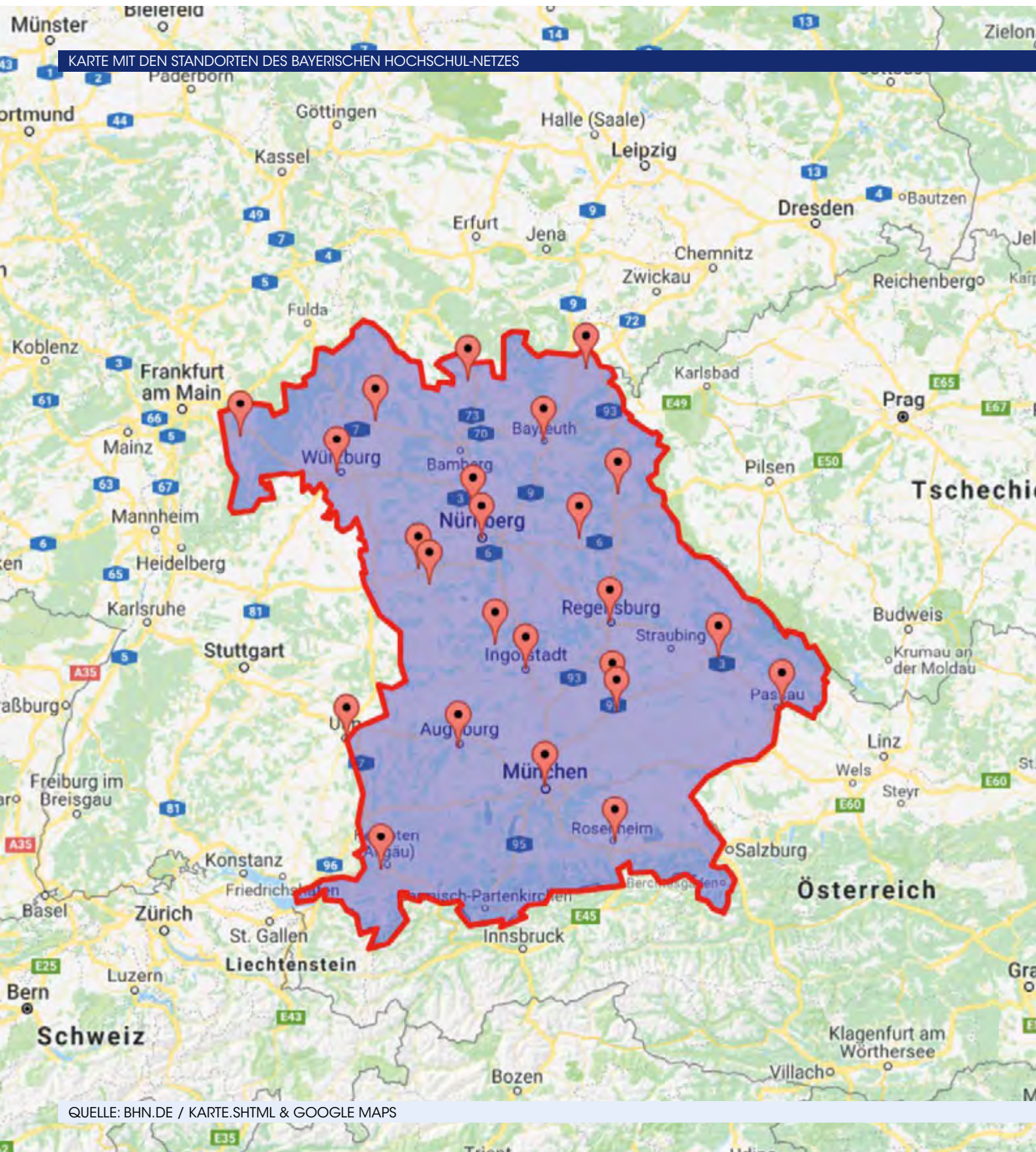
PARADIGMENWECHSEL ZUR UNTERSTÜTZUNG ZUKÜNFTIGER KUNDENANFORDERUNGEN







KARTE MIT DEN STANDORTEN DES BAYERISCHEN HOCHSCHUL-NETZES



QUELLE: BHN.DE / KARTE.SHTML & GOOGLE MAPS

STANDORTE DES BAYERISCHEN HOCHSCHULNETZES

Das BHN ist ein loser Zusammenschluß der bayerischen Universitäten und Fachhochschulen, insbesondere mit ihren Kommunikationsnetzen. Für eine Betreuung sorgen das Leibniz-Rechenzentrum München (Süd-Bayern) und das Regionale Rechenzentrum Erlangen (Nord-Bayern).

OSTBAYERISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE
AMBERG-WEIDEN

www.oth-aw.de

HOCHSCHULE ANSBACH

www.hs-ansbach.de

HOCHSCHULE ASCHAFFENBURG

www.h-ab.de/startseite

HOCHSCHULE AUGSBURG

www.hs-augsburg.de

UNIVERSITÄT AUGSBURG

www.uni-augsburg.de

UNIVERSITÄT BAMBERG

www.uni-bamberg.de

UNIVERSITÄT BAYREUTH

www.uni-bayreuth.de

HOCHSCHULE COBURG

www.hs-coburg.de

TECHNISCHE HOCHSCHULE DEGGENDORF

www.th-deg.de

KATHOLISCHE UNIVERSITÄT EICHSTÄTT-INGOLSTADT

www.ku-eichstaett.de

**FRIEDRICH ALEXANDER UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG**

www.fau.de

HOCHSCHULE HOF

www.hof-university.de

TECHNISCHE HOCHSCHULE INGOLSTADT

www.thi.de

HOCHSCHULE KEMPTEN

www.hochschule-kempten.de

HOCHSCHULE LANDSHUT

www.haw-landshut.de

BAYERISCHE STAATSBIBLIOTHEK

www.bsb-muenchen.de

HOCHSCHULE MÜNCHEN

www.hm.edu

**LEIBNIZ-RECHENZENTRUM
DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN**

www.lrz.de

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

www.uni-muenchen.de

UNIVERSITÄT DER BUNDESWEHR MÜNCHEN

www.unibw.de

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

www.tum.de

HOCHSCHULE NEU-ULM

www.hs-neu-ulm.de

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG

www.th-nuernberg.de

UNIVERSITÄT PASSAU

www.uni-passau.de

OSTBAYERISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE
REGENSBURG

www.oth-regensburg.de

UNIVERSITÄT REGENSBURG

www.uni-regensburg.de

HOCHSCHULE WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF

www.hswt.de

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
WÜRZBURG-SCHWEINFURT

www.fhws.de

JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

www.uni-wuerzburg.de



BETREUUNG

**Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften**

Boltzmannstraße 1
85748 Garching

lrzpost@lrz.de

Regionale Rechenzentrum Erlangen (RRZE)

Martensstraße 1
91058 Erlangen

rrze-zentrale@fau.de

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Regionales Rechenzentrum Erlangen (RRZE)
Dr. Gerhard Hergenröder
Martensstraße 1, 91058 Erlangen
www.rrze.fau.de

Stand: Juni 2018

Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V.

Alexanderplatz 1
D - 10178 Berlin

DFN-Verein@dfn.de