



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

Grundlagen: Internet-Protokolle

Prof. Dr. (TU NN)

Norbert Pohlmann

Institut für Internet-Sicherheit – if(is)
Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen
<http://www.internet-sicherheit.de>

if(is)
internet-sicherheit.

- **Einordnung**
- **Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen**
- **Historie**
- **Ziele von Rechnernetzen**
- **Beispiele von Rechnernetzen**
- **Wie sieht die Zukunft des Internets aus?**
- **Zusammenfassung**

■ Einordnung

- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie
- Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft des Internets aus?
- Zusammenfassung

Das Internet

→ Einordnung (1/2)

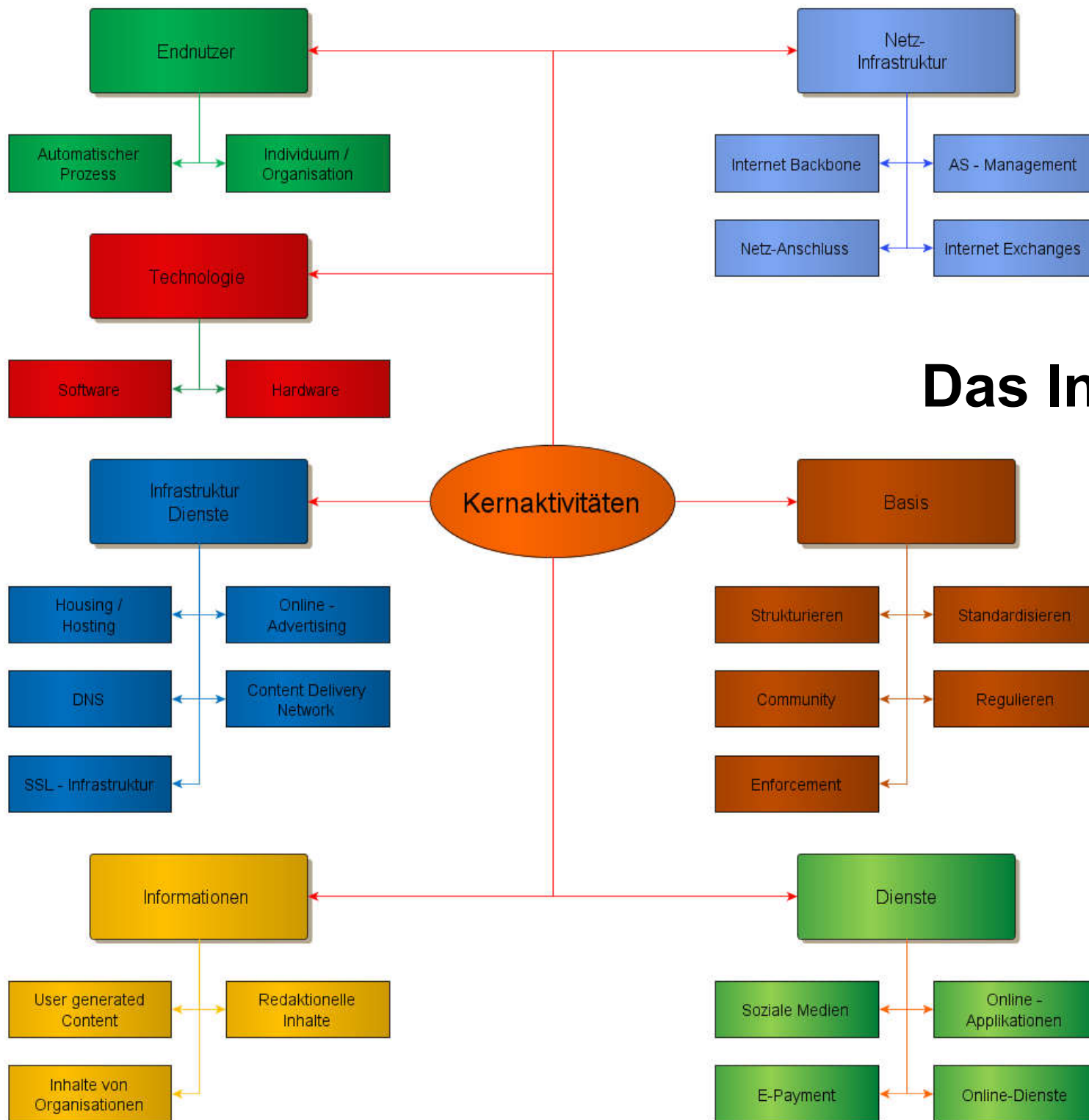
- Basis unserer **Informations- und Wissensgesellschaft**
- Wichtigstes Transportmedium für Daten aller Art
- aus dem heutigen Leben, ob beruflich oder privat, **nicht mehr wegzudenken**
- Geschäftsprozesse und Bankgeschäfte werden über das Internet abgewickelt.
- Die **Bedeutung der Informationsverbreitung** über das Internet **nimmt** gegenüber den klassischen Medien wie Printmedien, Hörfunk und dem Fernsehen **stetig zu**.
- Klassische Kommunikationsformen wie das Telefon und der Postbrief wurden durch E-Mail, Instant-Messaging, IP-Video-Telefonie und Soziale Netzwerke ergänzt, bzw. durch sie ersetzt.
- Durch die Verbreitung von Smartphones und Tablets, sowie 4G- und W-LAN-Netzen ist der **mobile Zugang zum Internet** für einen Großteil der Bevölkerung möglich.

Das Internet

→ Einordnung (2/2)

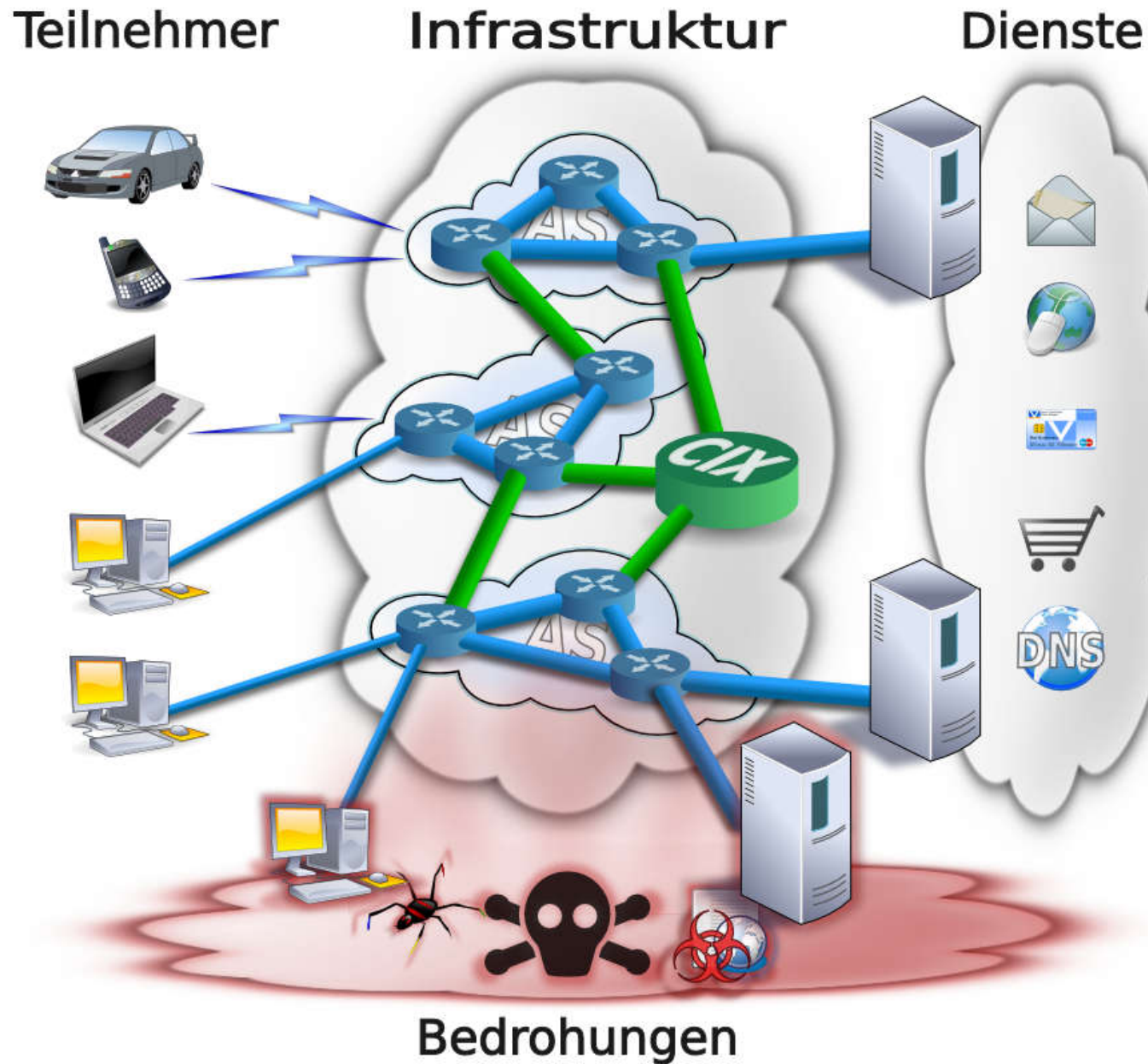
- **Video-on-Demand-Dienste** ersetzen zunehmend das Kino, DVD und Fernsehen.
- Mit Trends wie SmartHome, Smart-Grids, SmartCar, SmartTraffic, SmartEverything, ... werden künftig auch **völlig neue Geräteklassen** vernetzt.
- In vielen Lebensbereichen ist der Zugang zum Internet mittlerweile Voraussetzung für **berufliche und persönliche Chancengleichheit**.
- Es ist somit eine zentrale Gestaltungsaufgabe, die Verfügbarkeit dieses Mediums sicherzustellen.
- Das Internet wird laut Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als **kritische Infrastruktur** angesehen.
- „Kritische Infrastrukturen sind Organisationen und Einrichtungen mit **wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen**, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“

Das Internet-Modell



Basis-Modell des Internets

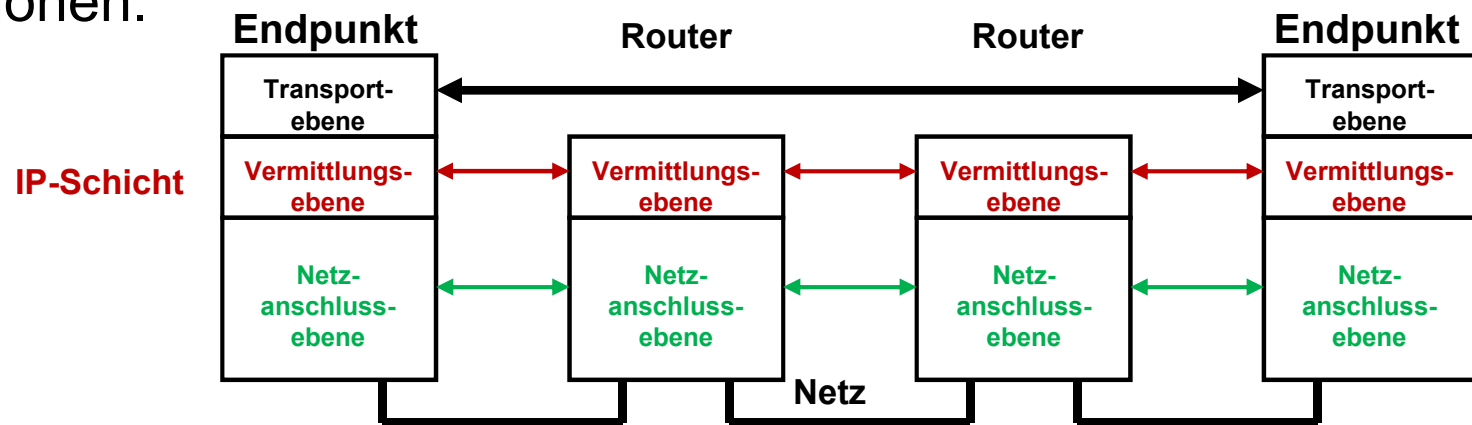
→ Übersicht



Internet

→ Charakteristika (1/3)

- Das Internet ist ein Verbund vieler Netzwerke, in dem Daten, **gewöhnlich unwissend** in Paketen transportiert werden.
- Es ist **dienste- und applikationsneutral**.
- Die Endpunkte der Netze entscheiden über die Art und Weise der Kommunikationen.



- Das Internet als „Network of Networks“ ist damit **multi-funktional** und **multimedial**.
- **Es gibt nur ein** nicht-fragmentiertes, **weltweites Internet**, das eine öffentliche Adressierung hat.

Internet

→ Charakteristika (2/3)

- Das Internet Protokoll kann auf **verschieden physikalischen Basis-Infrastrukturen** betrieben werden (Netzzugangsebene: Ethernet, DSL, ...).
- Das Internet ist gekennzeichnet durch ein flexibles Interkonnektierungs-Regime (z.B. **UpStream sowie Public- und Private-Peering**).
- Es erlaubt Netz-Teilnehmern (AS), frei auf Verhandlungsbasis IP-Netze, mit den Partnern ihrer Wahl zu verbinden, unter der Voraussetzung, dass für alle **Endpunkte immer eine Konnektierung an das gesamte Internet erreicht wird**.
- Die Kontrolle der Güte des Datentransports findet i.d.R. über das TCP-Protokoll an den Endpunkten statt, das einen kontrollierbaren, Verlust-kompensierenden und ökonomisch optimalen Weg entlang der ausgehandelten IP-Routen gewährleistet.
- Das Versenden von **Datenpaketen über alternative Routen** ist jederzeit möglich und somit sehr ausfallsicher.

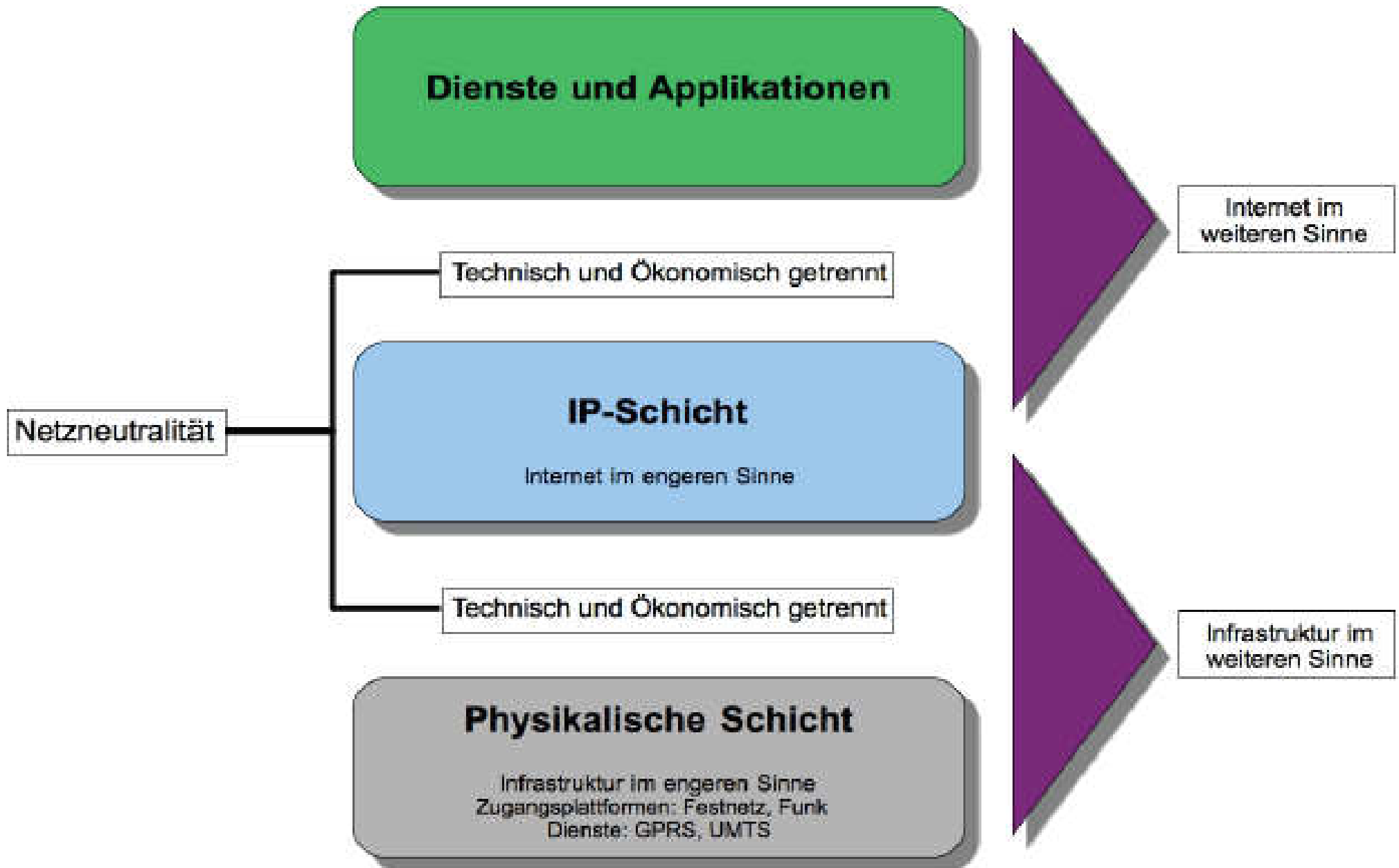
Internet

→ Charakteristika (3/3)

- Netzbetreiber etablieren marktgetrieben **diversifizierte und ausfallsichere Netztopologien**.
- Ende-zu-Ende-Qualität wird **durch Bandbreite** im Netz und **frei wählbare/konfigurierbare, intelligente und IP-fähige Endgeräte** erreicht, die u.a. mit Kompression und Codec-Management Ressourcen-sparend arbeiten.
- Der Internetzugang ist für jeden Endteilnehmer durch die jeweils direkt **verfügbare Bandbreite** definiert.
- Dienste und Applikationen des Internets sind technisch und damit gewöhnlich ökonomisch von der darunter liegenden Infrastruktur getrennt.
- Das Internet ist nach dem Multistakeholder-Prinzip **selbstverwaltet** und vereint somit alle Interessengruppen.
- Auf dieser Basis können unter Beteiligung aller Stakeholder umfangreiche Richtlinien erarbeitet werden.

Internet

→ Das globale Internet, technisch vereinfacht



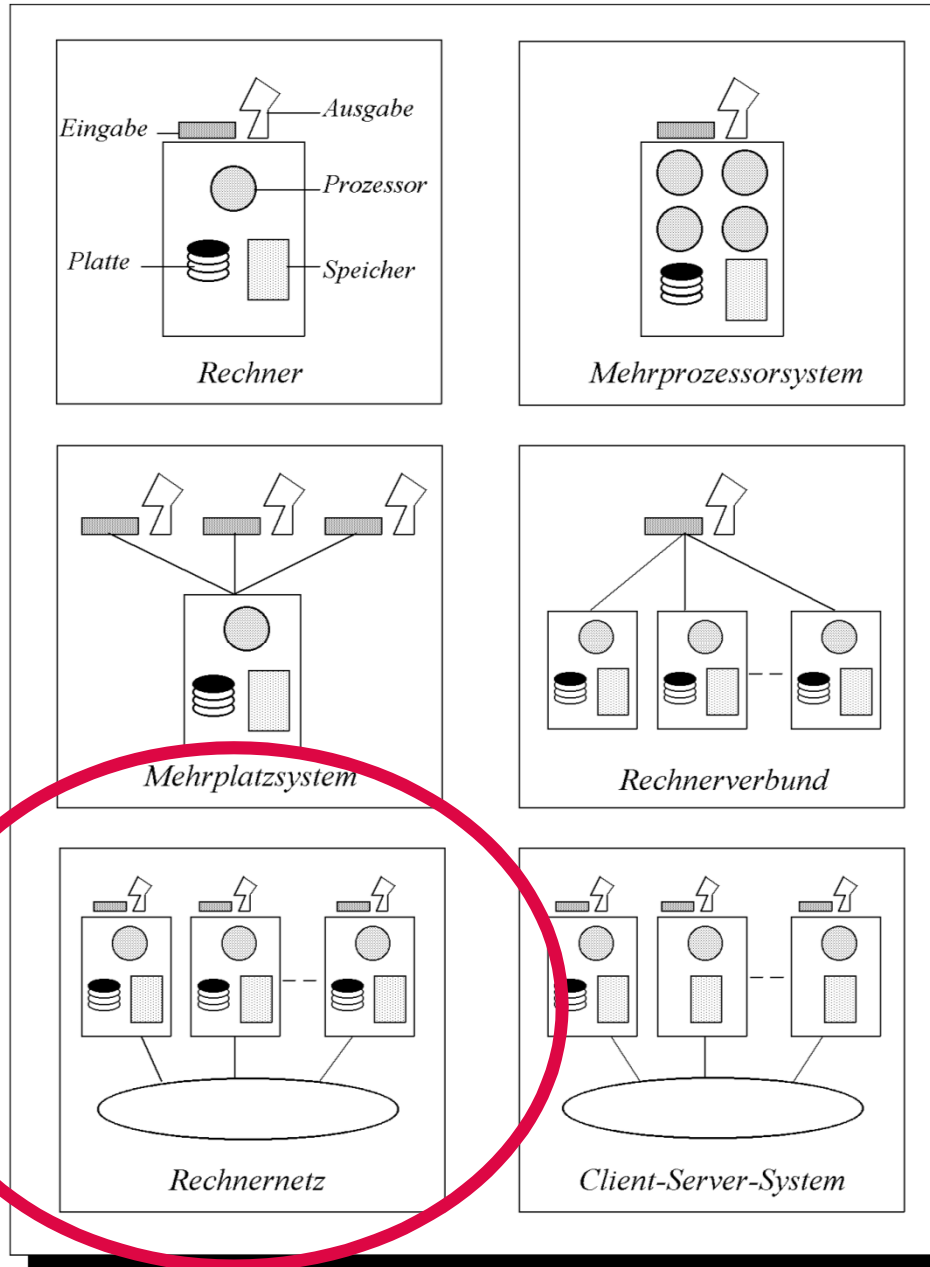
- Einordnung
- **Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen**
- Historie
- Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft des Internets aus?
- Zusammenfassung

Rechnernetze <-> Verteilte System

→ „Definitionen“

- Wenn viele Rechner untereinander verbunden sind und Daten austauschen können, nennt man dies ein **Rechnernetz**.
 - Ein Rechnernetz ist primär ein Übertragungssystem zwischen an ein Netz angeschlossenen, weitgehend oder vollständig autonomen Rechnersystemen.
 - I.d.R. muss der Benutzer sich anmelden und eine Aufgabe explizit starten.
- **Ein Verteiltes System** ist eine Menge voneinander unabhängiger Rechnersysteme, die dem Benutzer wie ein einzelnes, kohärentes System erscheint.
 - Dem Benutzer wird der Eindruck vermittelt, er arbeite an einem virtuellen Einzelprozessorsystem.
 - Ein Verteiltes System baut auf ein Rechnernetz auf.

Klassifizierung → Rechnernetze



Rechnernetze

Klassifizierung

→ verbundener Prozessoren nach Reichweiten

Entfernung
zwischen
Prozessoren

Alle Prozessoren
sind im gleichen
Bereich

0,1 m	Platine
1 m	System
1 m	Quadratmeter
10 m	Raum
100 m	Gebäude
1 km	Gelände
10 km	Stadt
100 km	Land
1.000 km	Kontinent
10.000 km	Planet

Beispiele:

Datenflussmaschine (Mehrprozessorsystem)

Multicomputer (Rechnerverbund)

Persönliches Netz (PAN)

Lokales Netz (LAN)

Stadtnetz (MAN)

Fernnetz (WAN)

Netzverbund (z.B. das Internet)

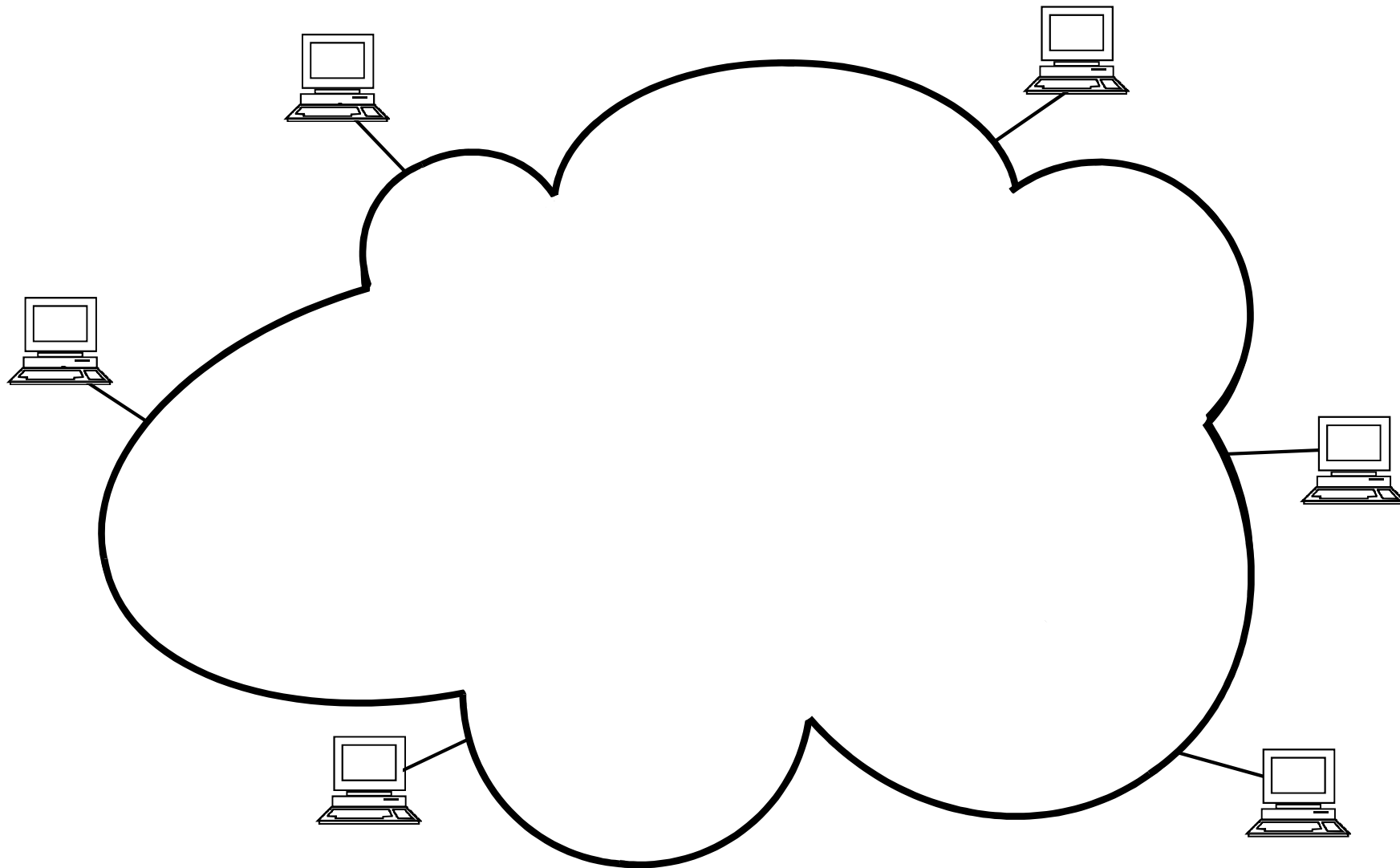
echte
Rechnernetze

Die Entfernung ist als Klassifizierungsgröße wichtig, weil auf unterschiedlichen Reichweiten verschiedene Techniken angewandt werden.

- **PAN - Personal Area Network**
 - Persönliche Netze (Entfernung ca. 1 m)
Rechnernetz, das sich auf eine Einzelperson bezieht
 - Beispiele: Ein Funknetz, das ein Rechnersystem mit der Maus, der Tastatur und dem Drucker verbindet (z.B. Bluetooth)
- **LAN - Local Area Network**
 - Lokale Netze (Entfernung ≤ 1 km)
Rechnernetze, die ein begrenztes Territorium überdecken
 - Beispiele: Ethernet (Fast, Gigabit), Token-Ring, FDDI, Funk-LAN (WLAN)
- **MAN - Metropolitan Area Network**
 - Nahverkehrsnetze, Regionalnetze (Entfernung ≤ 10 km)
Rechnernetze, die sich auf das Territorium einer Stadt oder einer Region erstrecken. Grundlage sind die Hochgeschwindigkeitsnetze.
 - Beispiele: Gigabit Ethernet, ATM, FDDI, DQDB
- **WAN - Wide Area Network**
 - Flächendeckende Rechnernetze, Weitverkehrsnetze (Entfernung > 10 km)
Rechnernetze, die sich über ein großes Territorium erstrecken
 - Beispiele: ISDN, X.25, ATM, SDH, SONET

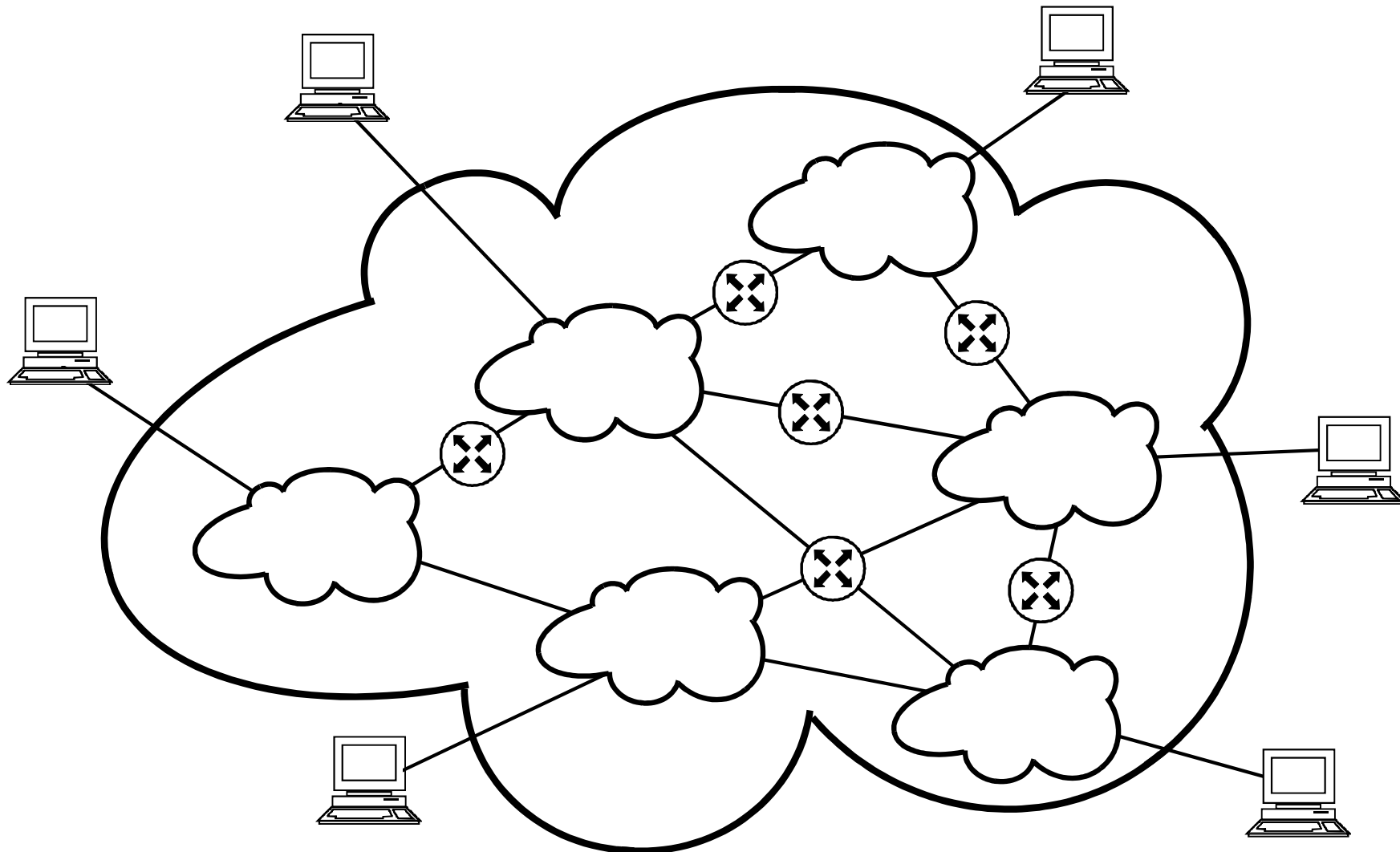
Netzarten (2/5)

- Globales Netz / Rechnerverbund
Die Sicht des Benutzers auf das **Internet**

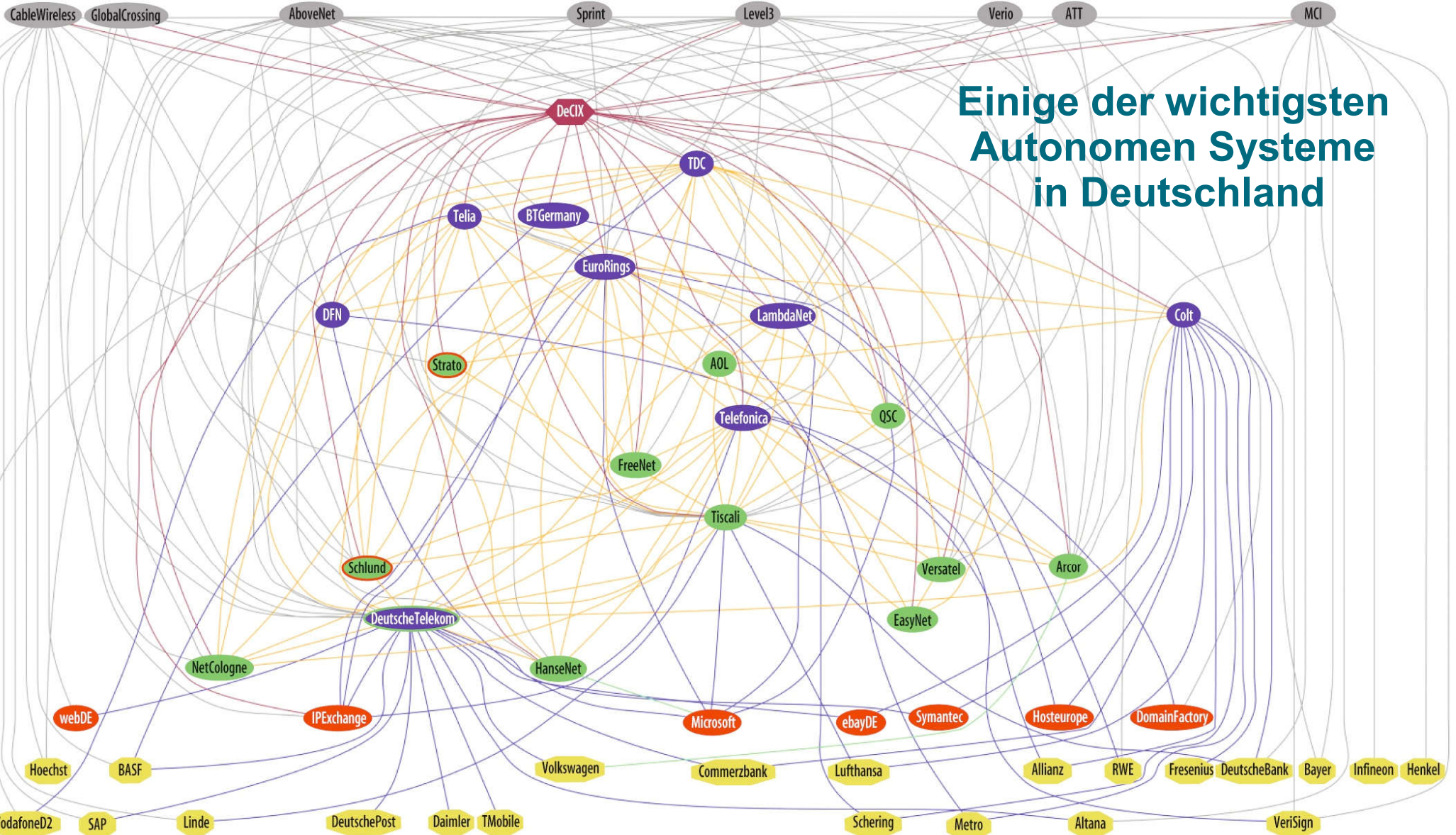


Netzarten (3/5)

- Globales Netz / Rechnerverbund
Die Struktur von physikalischen Netzwerken und Routern



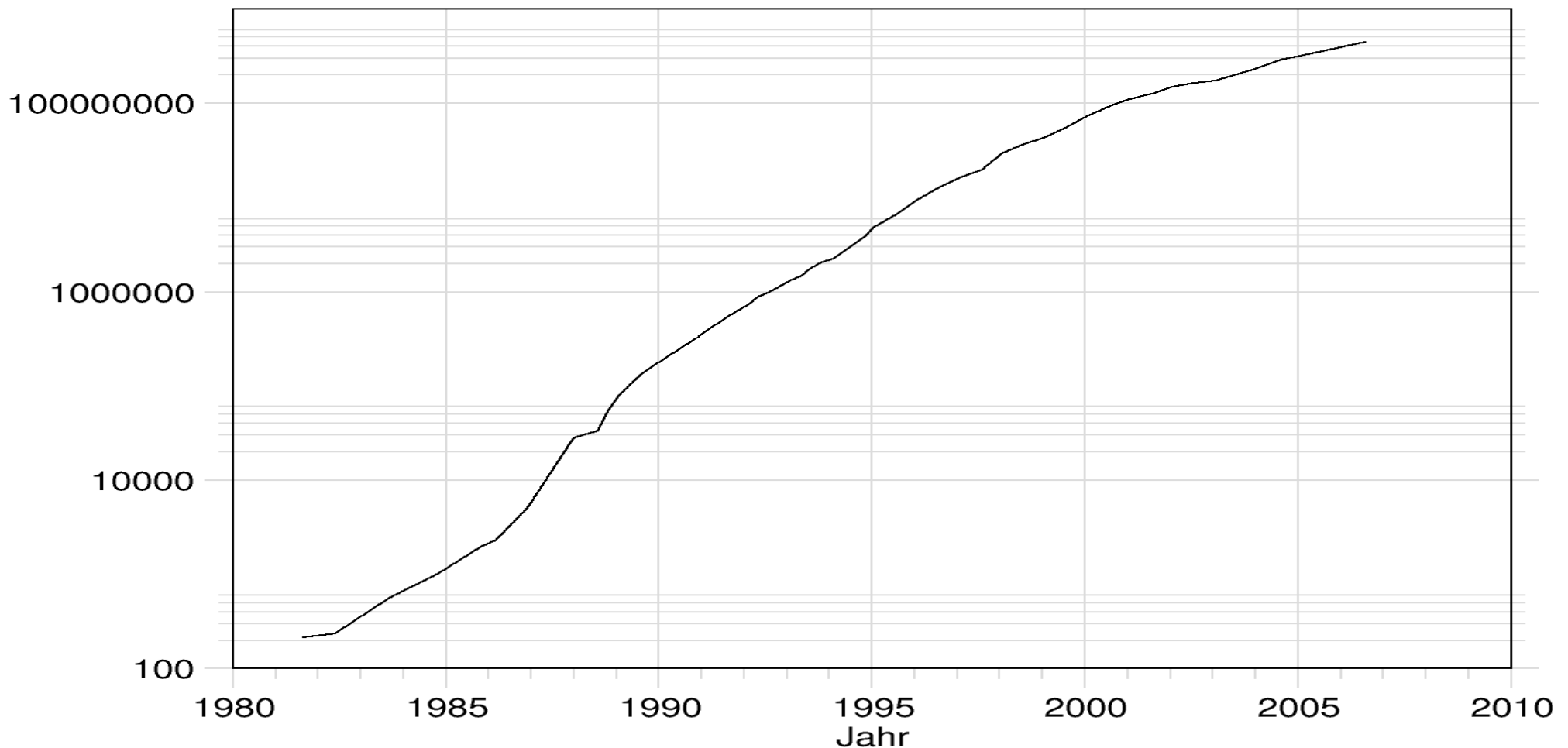
Netzarten (4/5)



Netzarten (5/5)

Das **Internet** ist ein weltweites Netz von Millionen von Rechnersystemen

Wachstum des Internets Anzahl der Hosts im Netz



Quelle: <http://www.isc.org/index.pl?ops/ds/host-count-history.php>

- Das **Internet ist ein Verbundnetz**, welches aus ca. **60.000** selbstorganisierten **Netzen** besteht.
- Diese Internet-Netzwerke werden als autonome Systeme (AS) bezeichnet.
- Betreiber mindestens eines autonomen Systems sind i.d.R. alle DSL-, Kabel- und Mobilfunkanbieter wie z.B. die Deutsche Telekom AG, Vodafone oder Unitymedia, öffentliche Einrichtungen, wie z.B. einige Universitäten oder das Deutsche Forschungsnetz (DFN) sowie weitere Unternehmen und Großkonzerne.
- Direkte Verbindungen, **Internet-Exchange-Points (IXP)** und **große Transit-Provider** sorgen für die Konnektivität der autonomen Systeme untereinander.
- Erreichbarkeitsinformationen über IP-Adressbereiche werden mit Hilfe des Border Gateway Protokolls (BGP) ausgetauscht.
- Zwischen den AS bestehen über 677.000 Verbindungen
- Ca. 1.700 dieser AS (Netze) des Internets befinden sich in Deutschland

Autonome Systeme

→ Kategorien

- **Access-Provider**
 - bieten Zugang zum Internet (ca. 125 AS in Deutschland)
 - Deutsche Telekom AG, Unitymedia, Vodafone, ...
- **Transit-Provider**
 - verbinden andere AS miteinander (ca. 320 AS in Deutschland)
 - Telekom, Lambdanet, ...
- **Content-Provider**
 - stellen Inhalte für andere bereit (ca. 250 AS in Deutschland)
 - 1&1, Strato, Hetzner, ...
- **Business-Customer**
 - nehmen Dienste der anderen in Anspruch und bieten selbst keinerlei Dienste dieser Art an. (ca. 1.000 AS in Deutschland)
 - Bayer AG, BASF, Volkswagen, ...

Top25 internationale Transitprovider anhand der Anzahl ihrer Verbindungen

Position	ASN	Name	Anzahl der Verbindungen	Änderung
1	174	COGENT Cogent/PSI	3366	35
2	3356	LEVEL3 Level 3 Communications	3163	4
3	7018	ATT-INTERNET4 - AT&T Services, Inc.	2422	-7
4	6939	HURRICANE - Hurricane Electric, Inc.	1922	100
5	701	UUNET - MCI Communications Services, Inc. d/b/a Verizon...	1876	-31
6	3549	GBLX Global Crossing Ltd.	1539	9
7	4323	TWTC - tw telecom holdings, inc.	1433	16
8	209	ASN-QWEST - Qwest Communications Company, LLC	1364	14
9	1239	SPRINTLINK - Sprint	1036	-12
10	8492	OBIT-AS Obit Telecommunications, St.Petersburg, Russia	995	20
11	9002	RETN-AS ReTN.net Autonomous System	979	39
12	2828	XO-AS15 - XO Communications	967	7
13	13030	INIT7 Init7 Global Backbone	963	11
14	31500	GLOBALNET-AS Global Network Managment Ltd	848	31
15	3257	TINET-BACKBONE Tinet SpA	840	17
16	6461	MFNX MFN - Metromedia Fiber Network	805	13
17	2914	NTT-COMMUNICATIONS-2914 - NTT America, Inc.	733	11
18	1299	TELIANET TeliaNet Global Network	662	5
19	19151	WVFIBER-1 - WV FIBER	615	-14
20	3303	SWISSCOM Swisscom (Switzerland) Ltd	572	23
21	8220	COLT COLT Technology Services Group Limited	534	2
22	6453	GLOBEINTERNET TATA Communications	524	-1
23	12389	ROSTELECOM-AS OJSC Rostelecom	517	-12
24	3320	DTAG Deutsche Telekom AG	484	2
25	8928	INTERROUTE Interoute Communications Ltd	462	-9

Verbindungen anzeigen Details anzeigen

Top25 der Content-Provider in Deutschland

Top25 potentielle Contentprovider nach Anzahl gefundener Websites

Position	ASN	Name	gefundene Websites	Änderung
1	8560	ONEANDONE-AS 1&1 Internet AG	277498	277498
2	24940	HETZNER-AS Hetzner Online AG RZ	169237	169237
3	6724	STRATO STRATO AG	83266	83266
4	25074	INETBONE-AS MESH GmbH	58873	58873
5	20773	HOSTEUROPE-AS AS of Hosteurope Germany / ...	35948	35948
6	8972	PLUSSERVER-AS intergenia AG	32094	32094
7	15598	IP-EXCHANGE IP Exchange GmbH	26250	26250
8	34011	DOMAINFACTORY domainfactory GmbH	26124	26124
9	34788	NMM-AS Neue Medien Muennich GmbH	24816	24816
10	3320	DTAG Deutsche Telekom AG	18952	18952
11	47846	SEDO-AS Sedo GmbH	18512	18512
12	28753	LEASEWEB-DE Leaseweb Germany GmbH (prev...	15822	15822
13	29671	SERVAGE Servage GmbH	9518	9518
14	13301	UNITEDCOLO-AS UNITED COLO GmbH	8395	8395
15	24989	IXEUROPE-DE-FRANKFURT-ASN Equinix German...	6529	6529
16	31103	KEYWEB-AS Keyweb AG	5812	5812
17	16097	HLKOMM HL komm Telekommunikations GmbH	5590	5590
18	15817	MITTVALD-AS Mittwald CM Service GmbH & Co. ...	5089	5089
19	24961	FIBREONE-AS fibre one networks GmbH, Duess...	5043	5043
20	15456	INTERNETX-AS InterNetX GmbH	4927	4927
21	196763	KEY-SYSTEMS-AS Key-Systems GmbH	4029	4029
22	702	AS702 Verizon Business EMEA - Commercial IP ...	3746	3746
23	25504	CRONON-AS Vautron Rechenzentrum AG	3435	3435
24	34432	PHH-AS Profihost AG	3192	3192
25	51167	GIGA-HOSTING Giga-Hosting GmbH	3151	3151

Verbindungen anzeigen

Details anzeigen

Die größten autonomen Systeme nach Anzahl IP-Adressen in Deutschland

ASN	Name	IP-Addr. (bek...
3320	DTAG Deutsche Telekom AG	33223936
31399	DAIMLER-AS Daimler Autonomous System	16834560
680	DFN Verein zur Foerderung eines Deutschen Forschung...	8391168
3209	VODANET Vodafone D2 GmbH	7234816
6805	TDDE-ASN1 Telefonica Germany GmbH & Co.OHG	4742144
20676	QSC-1 QSC AG	2723584
702	AS702 Verizon Business EMEA - Commercial IP service ...	2286848
553	BELWUE Landeshochschulnetz Baden-Wuerttemberg (B...	2111232
31334	KABELDEUTSCHLAND-AS Kabel Deutschland Breitband ...	1851392
13184	HANSENET Telefonica Germany GmbH & Co.OHG	1700096
12638	AS12638 E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG	1459456
5430	FREENETDE freenet Datenkommunikations GmbH	1277696
8881	VERSATEL Versatel West GmbH	1151488
12312	ECOTEL ecotel communication ag	1145344
20825	UNITYMEDIA Unitymedia NRW GmbH	1085696
29562	KABELBW-ASN Kabel BW GmbH	724992
8422	NETCOLOGNE NETCOLOGNE AS	558336
9145	EWETEL EWE TEL GmbH	505344
24940	HETZNER-AS Hetzner Online AG RZ	503808
12816	MWN-AS Leibniz-Rechenzentrum Muenchen	461056

Anzahl IP-Adressen und autonomer Systeme je Land (Auszug)

Land	Anzahl IP-Adressen	Anzahl AS (Kernbereich)	Anzahl AS (erweitert)
US	978901760	14343	15059
CN	261786624	218	289
JP	164521472	530	604
DE	109437184	1189	1463
KR	103696384	669	694
GB	76006912	1204	1688
FR	57794816	714	857
CA	48508672	818	1044
IT	47678720	547	652
BR	41968640	1142	1189
AU	40282624	835	999
RU	38397184	3654	3750
NL	38110976	494	681
TW	33652736	114	150
ES	26342912	389	492
IN	24790784	410	495
SE	23359232	370	471
MX	20311296	178	215
EU	19547648	19	143
PL	18693888	1350	1397

Die größten deutschen AS nach Anzahl ihrer Verbindungen zu anderen AS

Übersicht über die Autonomen Systeme in DE

ASN	Name	Verb. AS
3320	DTAG Deutsche Telekom AG	480
702	AS702 Verizon Business EMEA - Commercial IP service ...	430
8218	NEO-ASN Neotelecoms Global Backbone	209
8881	VERSATEL Versatel West GmbH	135
3209	VODANET Vodafone D2 GmbH	129
8767	MNET-AS M-net AS	61
20676	QSC-1 QSC AG	56
25074	INETBONE-AS MESH GmbH	40
680	DFN Verein zur Foerderung eines Deutschen Forschung...	39
12306	PLUSLINE Plus.Line AG	38
8422	NETCOLOGNE NETCOLOGNE AS	37
6805	TDDE-ASN1 Telefonica Germany GmbH & Co.OHG	36
13101	TNG-AS TNG AG	33
9145	EWETEL EWE TEL GmbH	32
42652	DELUNET inexo Informationstechnologie und Telekomm...	31
41692	OPENCARRIER-AS OpenCarrier eG	29
12843	TELEMAXX TelemaxX Telekommunikation GmbH Autono...	29
12586	ASGHOSTNET	25
24637	WEBDISCOUNT WEBDISCOUNT GmbH & Co. KG	25
16097	HLKOMM HL komm Telekommunikations GmbH	25

Page 1 of 60 | Displaying 1 - 20 of 1189 | Verbindungen anzeigen

- Einordnung
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- **Historie**
- Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft des Internets aus?
- Zusammenfassung

Rechnernetze

→ Historie (1/2)

- 1961
Die ARPA (Advanced Research Projects Agency) nahm das erste paketorientierte Netz in Betrieb.
- 1977
ISO beginnt mit dem OSI-Referenzmodell
- 1981
PCs finden Verbreitung
- **1982**
LAN
- 1983
Das ARPANET wurde auf TCP/IP umgestellt.
- 1988
Betriebsbeginn des ISDNs
- 1993
Mobilfunknetze (GSM) werden aufgebaut.

Rechnernetze

→ Historie (2/2)

- 1994
Das Internet wird für eine kommerzielle Nutzung freigegeben und bietet auch dem ungeübten Benutzer über das World Wide Web (WWW) viele Anwendungsmöglichkeiten.
- 1995
Wegen der Verknappung der IP-Adressen wird angefangen, am IPv6 Protokoll zu arbeiten.
- 1997
Wireless LAN (WLAN)
- 1998
Gründung der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)
- 2002
3G, UMTS, HSDPA
- 2010
4G, WiMax, LTE...

- Einordnung
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie
- **Ziele von Rechnernetzen**
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft des Internets aus?
- Zusammenfassung

Rechnernetze

→ Ziele (1/2)

- **Funktionalität**
 - Erbringung und zur Verfügungstellung verteilter Anwendungen
- **Lastverteilung**
 - geringe Bearbeitungs-/Transportzeit
 - hoher Durchsatz
 - Ausgleich schwankender Anforderungen
- **Zuverlässigkeit**
 - Verfügbarkeit von Anwendungen und Daten
 - Verwendung von redundanten Komponenten

Rechnernetze

→ Ziele (2/2)

- **Rechnerleistung**
 - Erhöhung durch Verwendung der Leistungsfähigkeit mehrerer Rechnersysteme

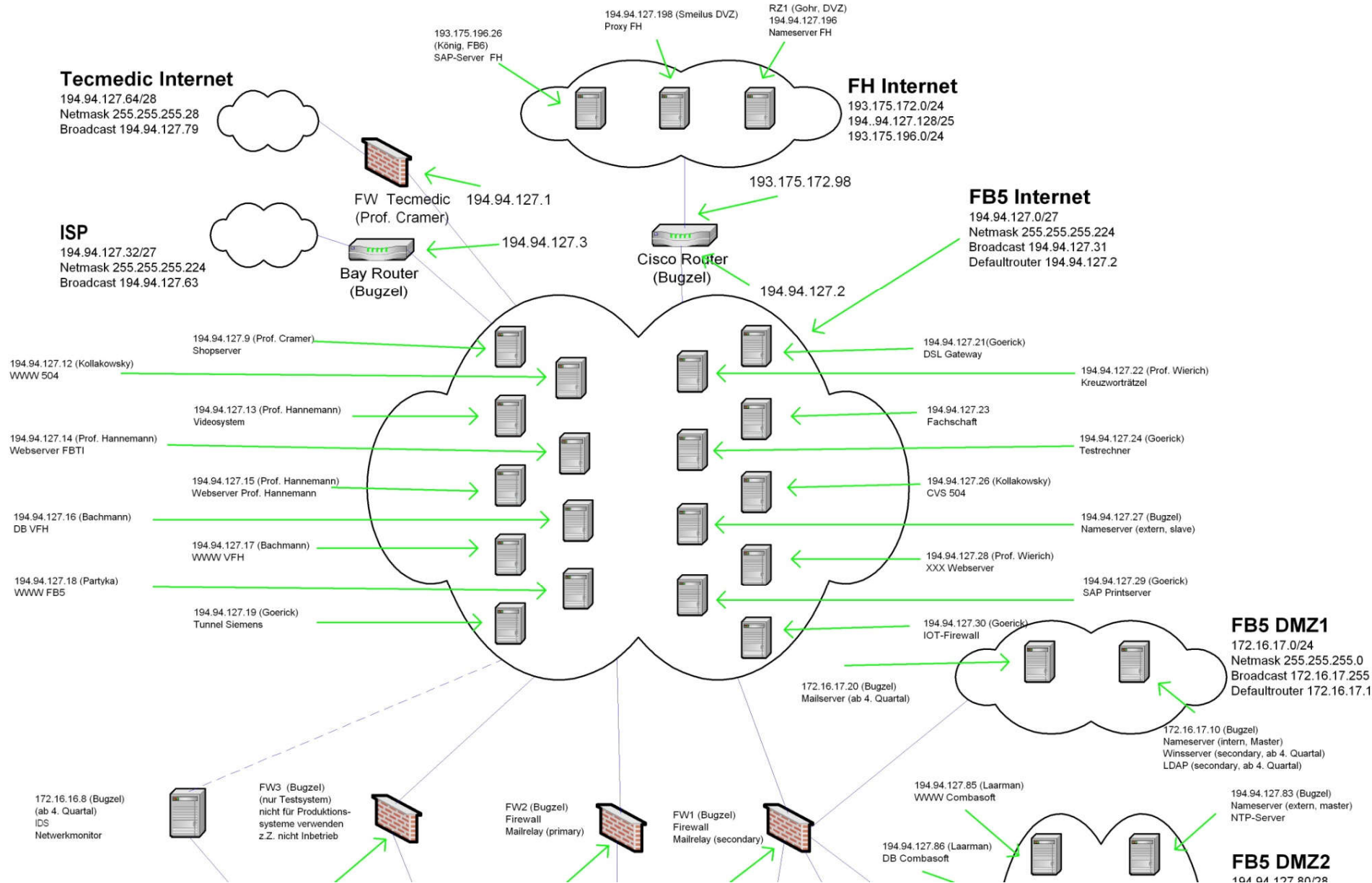
- **Kosten**
 - Minimale Kosten
 - Minimaler Aufwand

- **Flexibilität**
 - einfaches Einfügen neuer Komponenten und Verbindungen
 - Hersteller-Unabhängigkeit

- Einordnung
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie
- Ziele von Rechnernetzen
- **Beispiele von Rechnernetzen**
- Wie sieht die Zukunft des Internets aus?
- Zusammenfassung

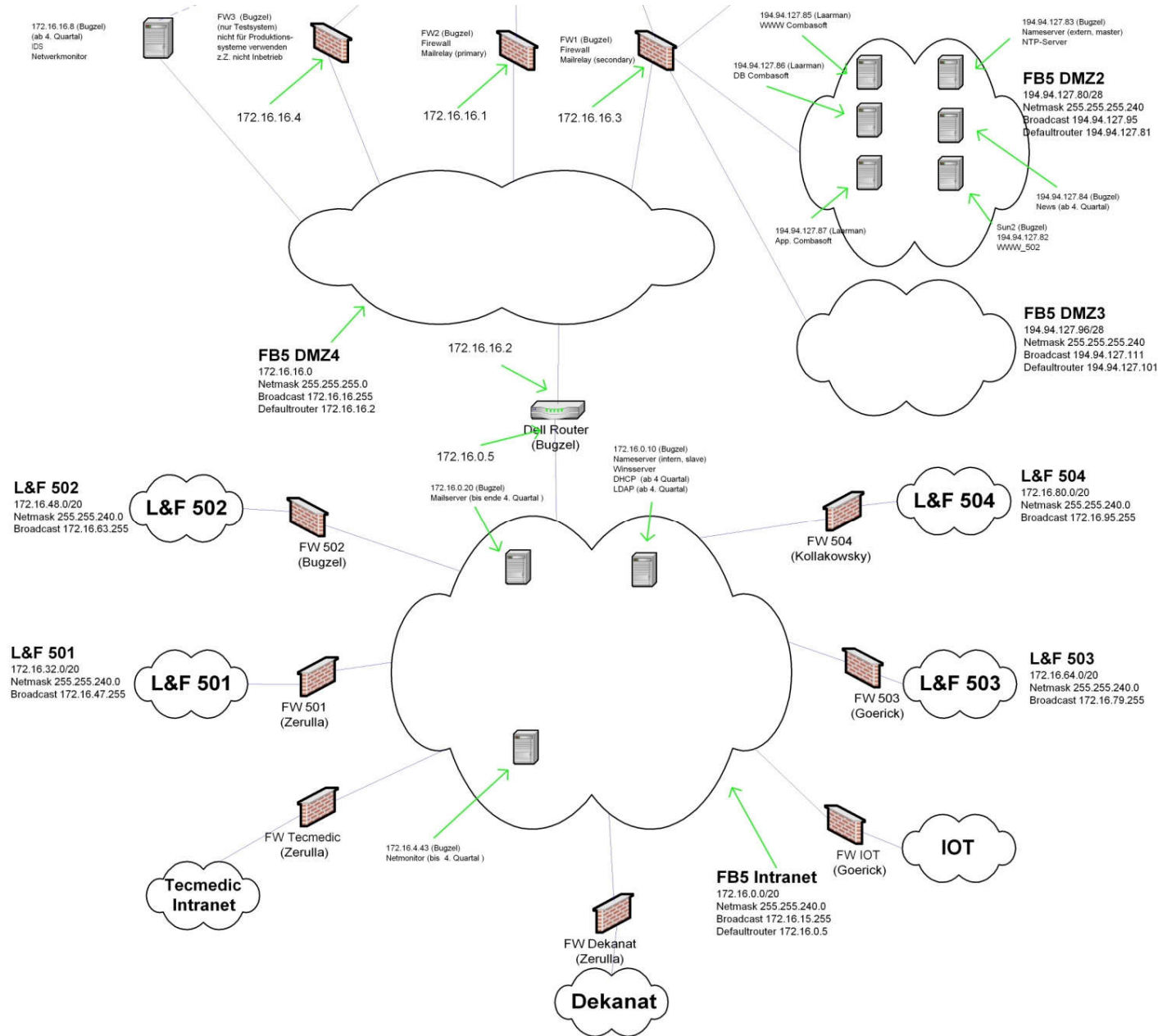
Beispiele von Rechnernetzen

→ Öffentlicher Bereich des Fachbereiches Informatik



Beispiele von Rechnernetzen

→ Privater Bereiche des Fachbereiches Informatik



Beispiele von Rechnernetzen

→ Internet Backbone der Telekom (2003)

- **Der Internet-Backbone der Telekom (T-Online, AOL, ...) hat:**
 - 1.300 Router und Switches
- **Im Access-Bereich werden 60.000 Router von der Telekom verwaltet.**
 - Die Router stehen bei der Telekom und bei den Kunden der Telekom
- **Zwischen Europa und den USA stehen**
 - 40 G Bit/s zur Verfügung
- **Zwischen Asien und den USA stehen**
 - 1.4 G Bit/s zur Verfügung
 - Die Kommunikation von Europa nach Asien geht über die USA

Beispiele von Rechnernetzen

→ Statistik des Telekom-Accessbereiches (2003)

Datenvolumen

eDonkey/eMule	47,6 %
HTTP/HTTPS	13,2 %
KaZaA	6,5 %
L2TP	5,5 %
Napster / WinMx	4 %
FTP	1,5 %
POP3	0,4 %
Gnutella	0,3 %
HC/CS	0,3 %
DNS	0,0 %
SMTP	0,0 %
sonstiges	20,7 %

eDonkey/eMule, KaZaA
Napster / WinMx, GNUtella
→ (P2P)
→ 58,4 % (Musik und Filme)

Transportprotokolle

- TCP 82 %
- UDP 17 %

Statistik – c´ t 2005

→ 27 international agierende Carrier

Datenvolumen

- HTTP/HTTPS (Web) 45 %
- P2P (Tauschbörsen) 24 %
- SMTP (E-Mail) 12 %
- Streaming Audio/Video 7 %
- Voice-over-IP 7 %

Beispiele von Rechnernetzen

→ Telekom: IntraNet (2003)

- 800 Router
- 1.200 Hubs/Switches
- 6.000 WIN-Server
- 2.000 Unix-Server
- 16 IBM Host-Systeme
- 120.000 Clients in D

Alles wird von einer Zentrale aus verwaltet!

Beispiele von Rechnernetzen

→ IVBB (Informationsverbund Berlin/Bonn)

150 Netzkomponenten (Switche, Router)

ca. 150 Sicherheitskomponenten (VPN- und Firewall-Systeme)

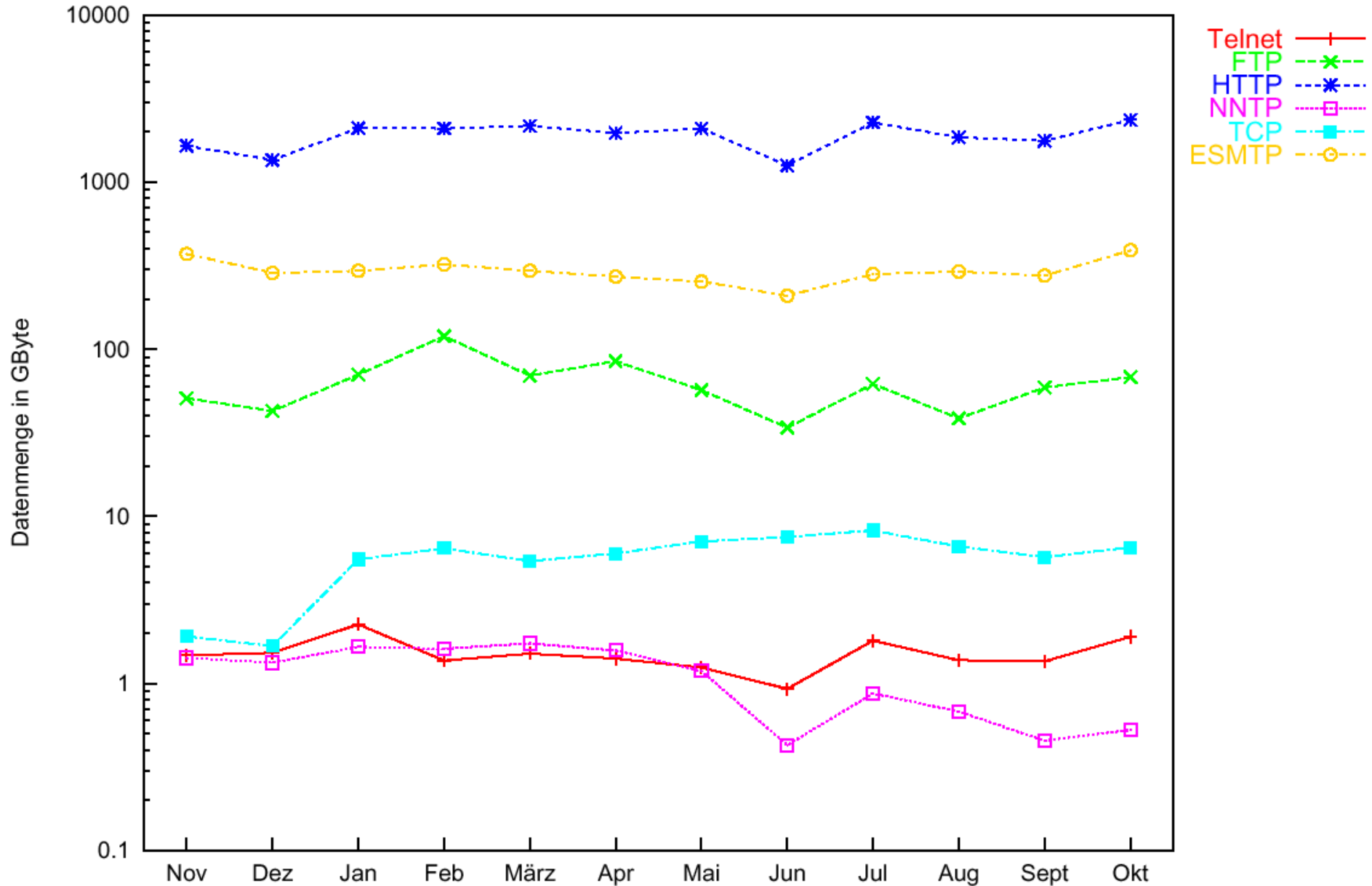
und Server

Alles wird von einer Zentrale aus verwaltet!

Beispiele von Rechnernetzen

→ IVBB (Informationsverbund Berlin/Bonn)

Monatssumme Datenmenge über Bastionen 2003

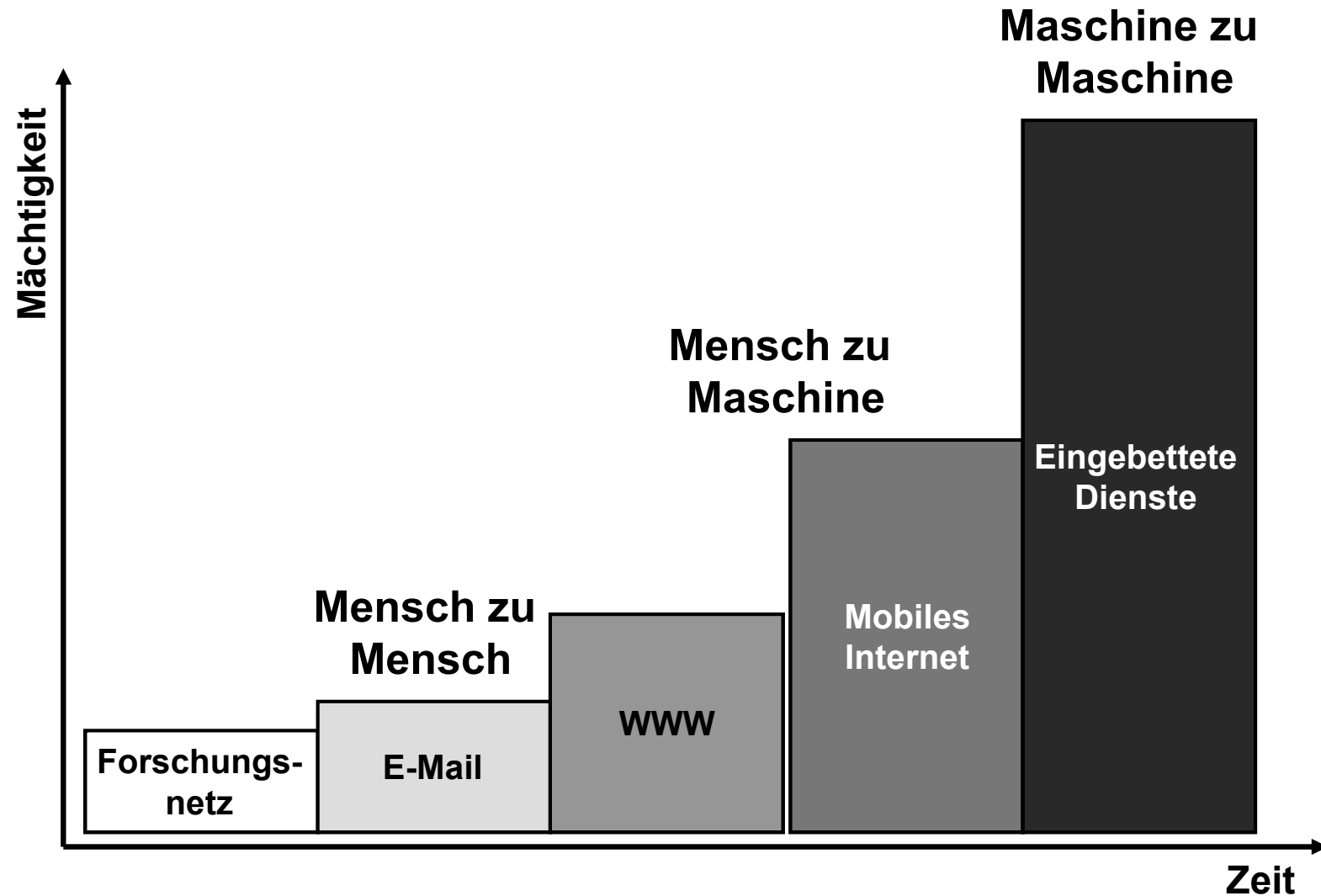


- Einordnung
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie
- Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- **Wie sieht die Zukunft des Internets aus?**
- Zusammenfassung

Innovationsschübe der IT

Innovation	Jahre	Primäreffekte	Sekundäreffekte
1. Phase Rechner	30er	Schnelle Berechnung großer Datenmengen	Rationalisierung der Wissenschaft
2. Phase Rechneranlagen	60er	Verbilligung der Rechnerzeit durch Mehrfachnutzung	Automatisierung von Verwaltungsabläufen Sammlung von Verwaltungsdaten
3. Phase PC	80er	Individualisierung und Dezentralisierung Weiter Kostenreduzierung Benutzerfreundlichkeit	Unterstützung dispositiver Abläufe Multimediale Informationsdarstellung
4. Phase Internet	90er	Integration weiterer Medien Globale Kommunikation	Digitale Wirtschaft
5. Phase Mobilität	21. Jh.	Allgegenwärtigkeit: Dinge werden "smart"	?

Entwicklungsschritte des Internets



- Einordnung
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie
- Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft des Internets aus?
- **Zusammenfassung**

- Rechnernetzwerke haben sich etabliert und sind längst **unternehmerische Ressourcen**, die im Fehlerfall erhebliche Schäden verursachen.
- Ein Rechnernetz ist primär ein Übertragungssystem zwischen den angeschlossenen Rechnersystemen die weitgehend oder vollständig autonom agieren.
- Das **Internet, das Netz der Netze**, ist die Basis unserer Informations- und Wissensgesellschaft



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

Grundlagen: Internet-Protokolle

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
Fragen ?**

Prof. Dr. (TU NN)

Norbert Pohlmann

Institut für Internet-Sicherheit – if(is)
Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen
<http://www.internet-sicherheit.de>

if(is)
internet-sicherheit.