

# Wandel im Strombedarf für den IKT-Betrieb

## „Achillesferse“ der Informationsgesellschaft

Disclaimer: The material in this presentation represents the personal view of the author and it does not necessarily imply any formal policies or positions of Siemens AG.

# Ökologischer Fußabdruck des Servers

We shape our tools  
and thereafter they shape us.

John M. Culkin (1967)



## Google

Eine Suchanfrage bei Google braucht  
soviel Strom wie eine  
Energiesparlampe in einer Stunde  
(New York Times 2007).



## Second-Life

Eine virtuelle Identität in der Online-  
Welt Second Life verbraucht jährlich so  
viel Strom wie der durchschnittliche  
Jahresbedarf eines Brasilianers (Carr  
2007)

Quelle: Fachdialog „Grüner Surven“ [ww.bmu.de](http://ww.bmu.de) und Fraunhofer (2007)

## Segmente des IKT-Marketes

### IT market: IT Equipment

- Servers (x86)
- Detail segments (only available for F, D, I, E, GB)
- PCs: Desktop PCs, Portable PCs
- Printers
- Multifunction Printers
- Copiers
- Monitors
- Other IT equipment

### Software

- System infrastructure software
- Tools
- Application software

### IT services

- Hardware maintenance
- Project services
- Outsourcing services

### Telecom market:

### Communication equipment

- Mobile phones
- Fixed line phones and Customer Premises Equipment (CPE)\*
- LAN routers and switches
- PBXs, KTS and applications
- Voice switching equipment
- WAN data routers and switches
- Wireline access infrastructure
- Mobile access infrastructure
- Transmission equipment
- Support systems (OSS/BSS)
- Infrastructure services

### Carrier services

- Fixed voice telephony
- Business data services
- Internet access and services
- Mobile voice telephony
- Mobile data services
- Pay TV

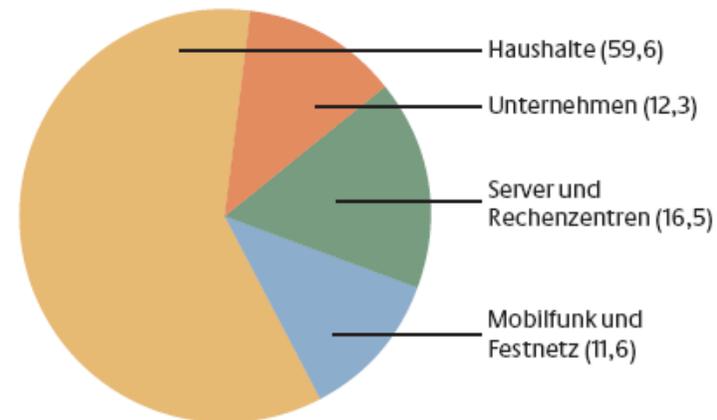
Quelle: <http://www.eito.com/definitionsICT.htm>,  
EITO (2010)

\* not available for all EITO  
countries/regions

## Green IKT - Stromverbrauch in Deutschland

Green IKT unterscheidet

- Verwendung energieeffizienterer IKT-Produkte: **green in IKT**
- Emissionsreduzierung durch Anwendung von IKT-Geräten: **green through IKT**



**55,2 TWh Stromverbrauch der IKT in 2007 =  
10,5% des gesamten Stromverbrauchs**

Quelle: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) und Fraunhofer (2009)

## Weltweiter Energiebedarf

- Von 2010 bis 2030 könnte der weltweite Energiebedarf von 508 auf 678 Quadrillionen Btu ansteigen.

British thermal unit, 1Btu = 252 cal, Quadrillion =  $10^{15}$

- Weltweite Stromnetze werden 2030 bereits 31,8 Milliarden kWh bereitstellen müssen – ein Anstieg um 54% in den nächsten zwei Jahrzehnten.

Quelle: Energy Information Administration (EIA): International Energy Outlook 2009

- Bei Rechenzentren ließen sich durch Reduktion von Leerlaufverlusten und mit Thin Clients rund sechs Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen.

Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2008/pd08-010.htm>

Landesweite Stromnetze könnten den Strombedarf des IKT-Sektors nicht in jedem Fall decken. **Eine potentielle Krise.**

Quelle: Tech Firms Worried About Energy Shortages, S.J.Tribble (2006)

## IKT und Elektrizität als Universaltechnologien

Was bei Energieerzeugung vor mehr als einem Jahrhundert geschah, vollzieht sich heute bei der Informationsverarbeitung:

- Nikola Tesla: Elektrizitätsverteilung mit Wechsel- statt mit Gleichspannung.
- Glasfaser-Internet ist für Computing das, was das Wechselspannungsnetz für die Elektrizität war. Neu dazu kommt die Datenspeicherung!

Großrechner in Rechenzentren → Minicomputer

→ PC → Client-Server → Thin Client → ...

Web: Internet - globaler Basar für digitalisierte Information

→ IKT: öffentlicher Dienst wie das Telefonsystem

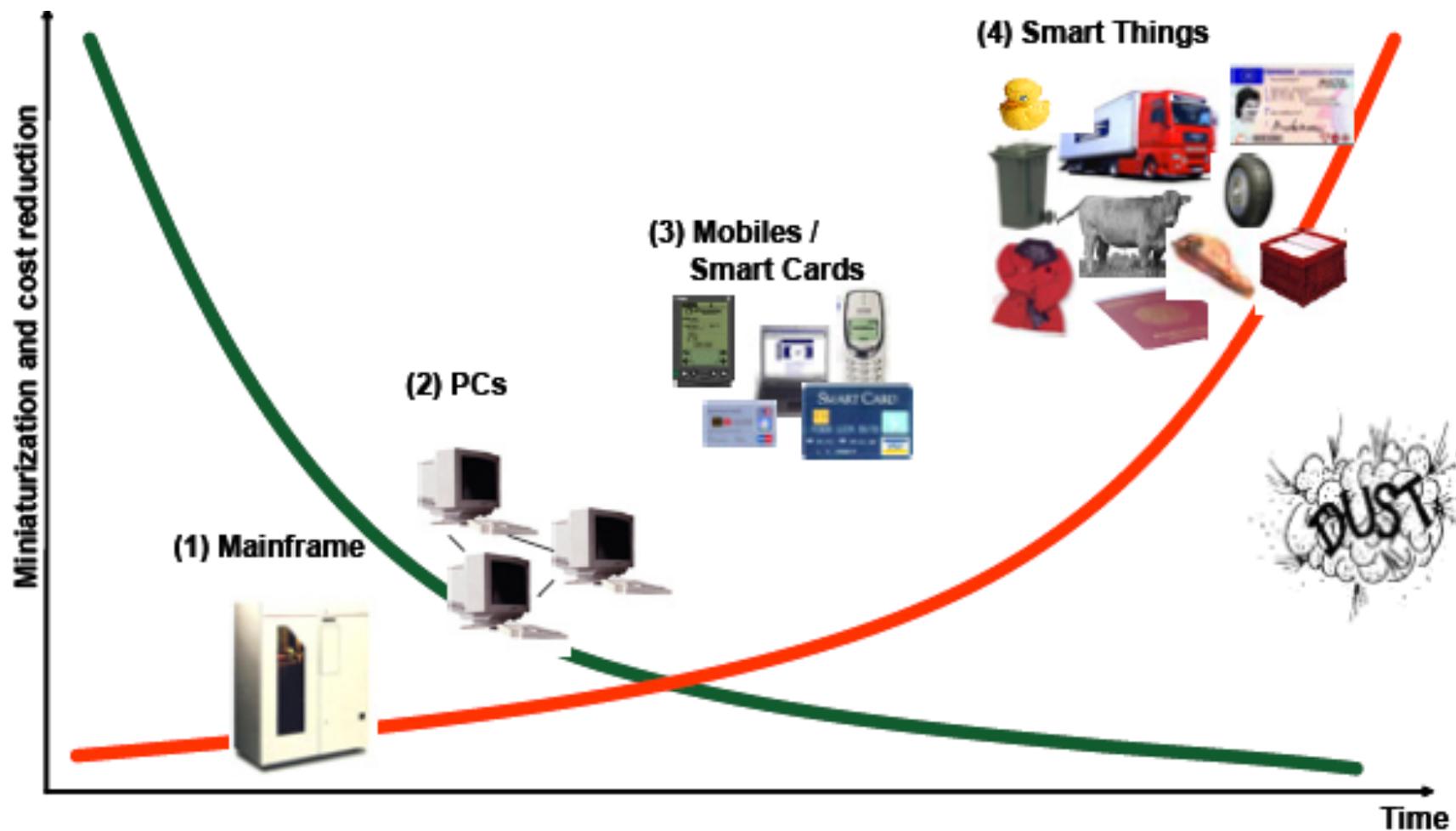
→ Virtualisierung: Software-as-a-Service → Hardware-as-a-Service

→ **The Utility Age** → **Living in the Cloud**

\*) Thin Clients sind Computer die ausschließlich der Ein- und Ausgabe von Daten dienen, ohne Festplatte und ohne Laufwerke. Datenspeicherung und Computing erfolgt durch vorgelagerte Server.

Quelle: The big switch. Rewiring the world, from Edison to Google. N.Caar (2008)

# Mensch vs. Maschine



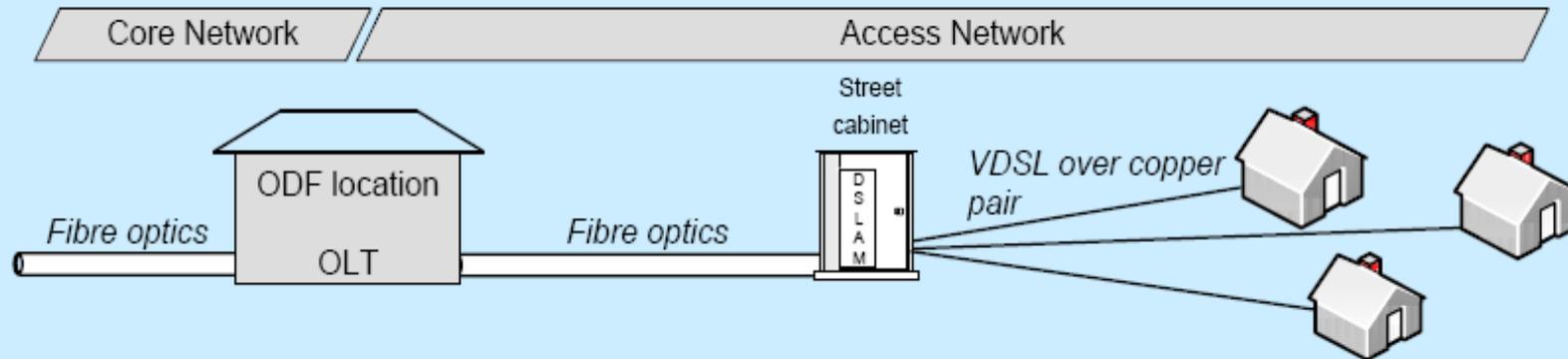
Quelle: ITU

# Übersicht

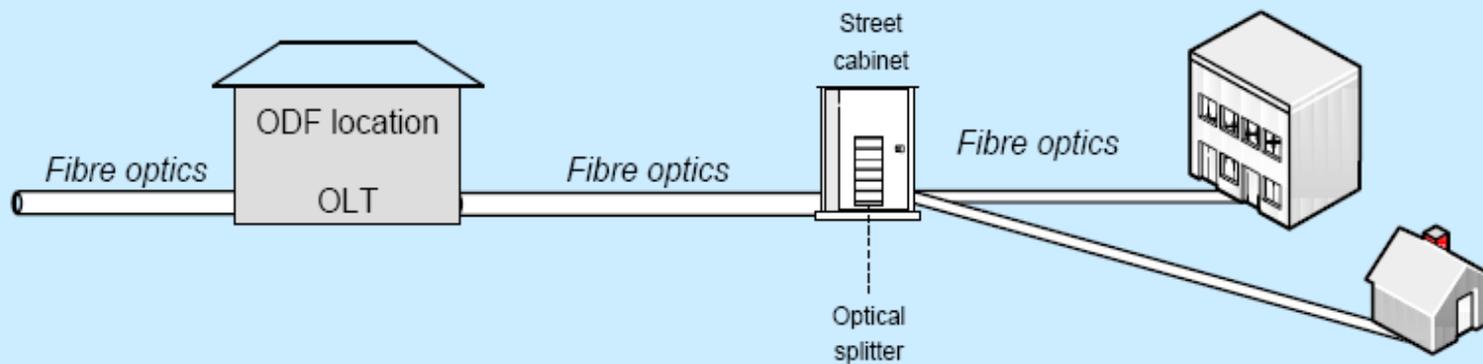
- **Dynamik der Kommunikationsnetze**
- Zentrales vs. verteilt gesteuertes Switching
- Wege aus der potentiellen Energiekrise des IKT-Sektors
- Zusammenfassung und Ausblick

# Next Generation Access

## Fibre to the Cabinet (FTTC)



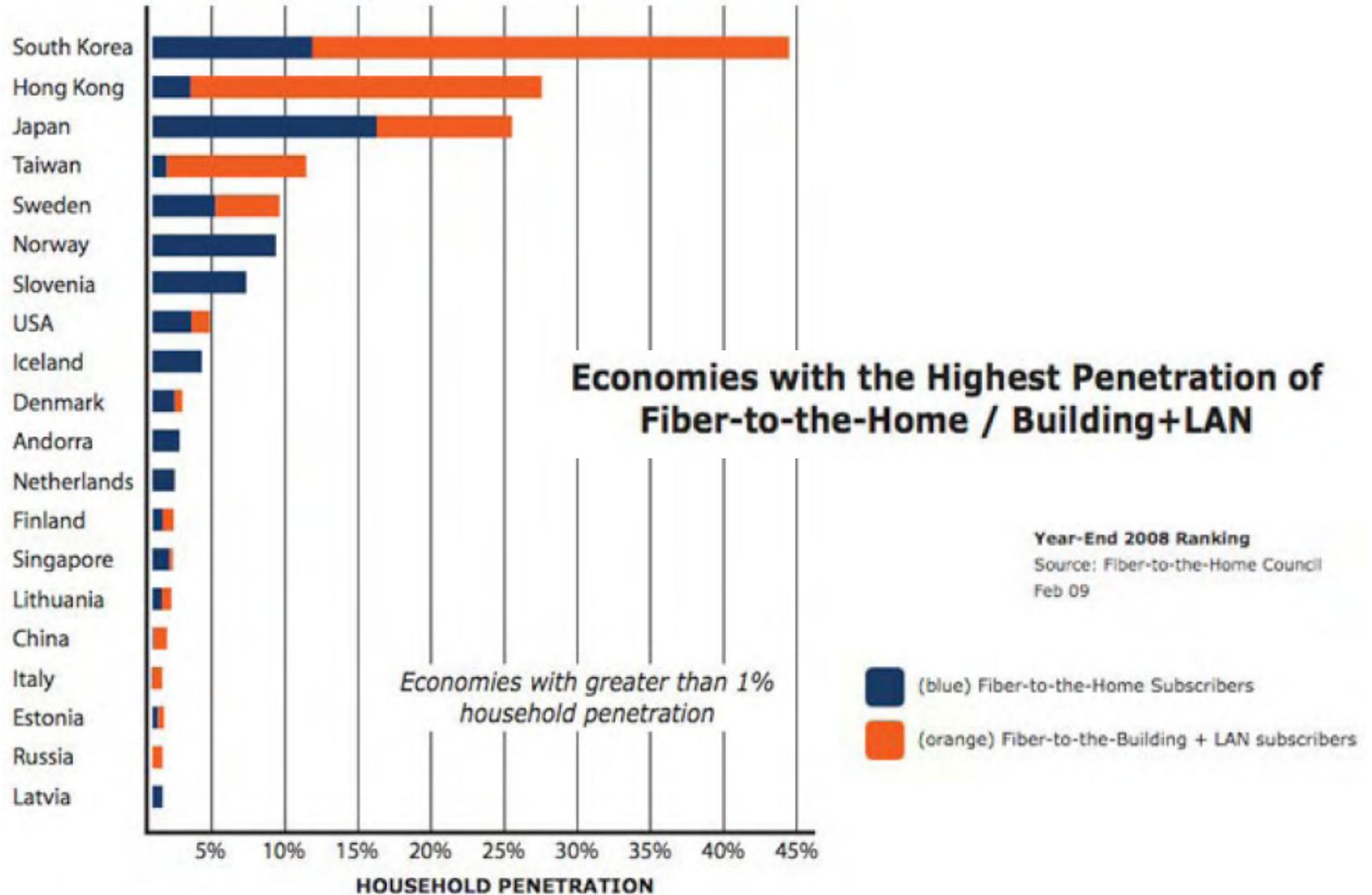
## Fibre to the building (FTTB) and Fibre to the Home (FTTH)



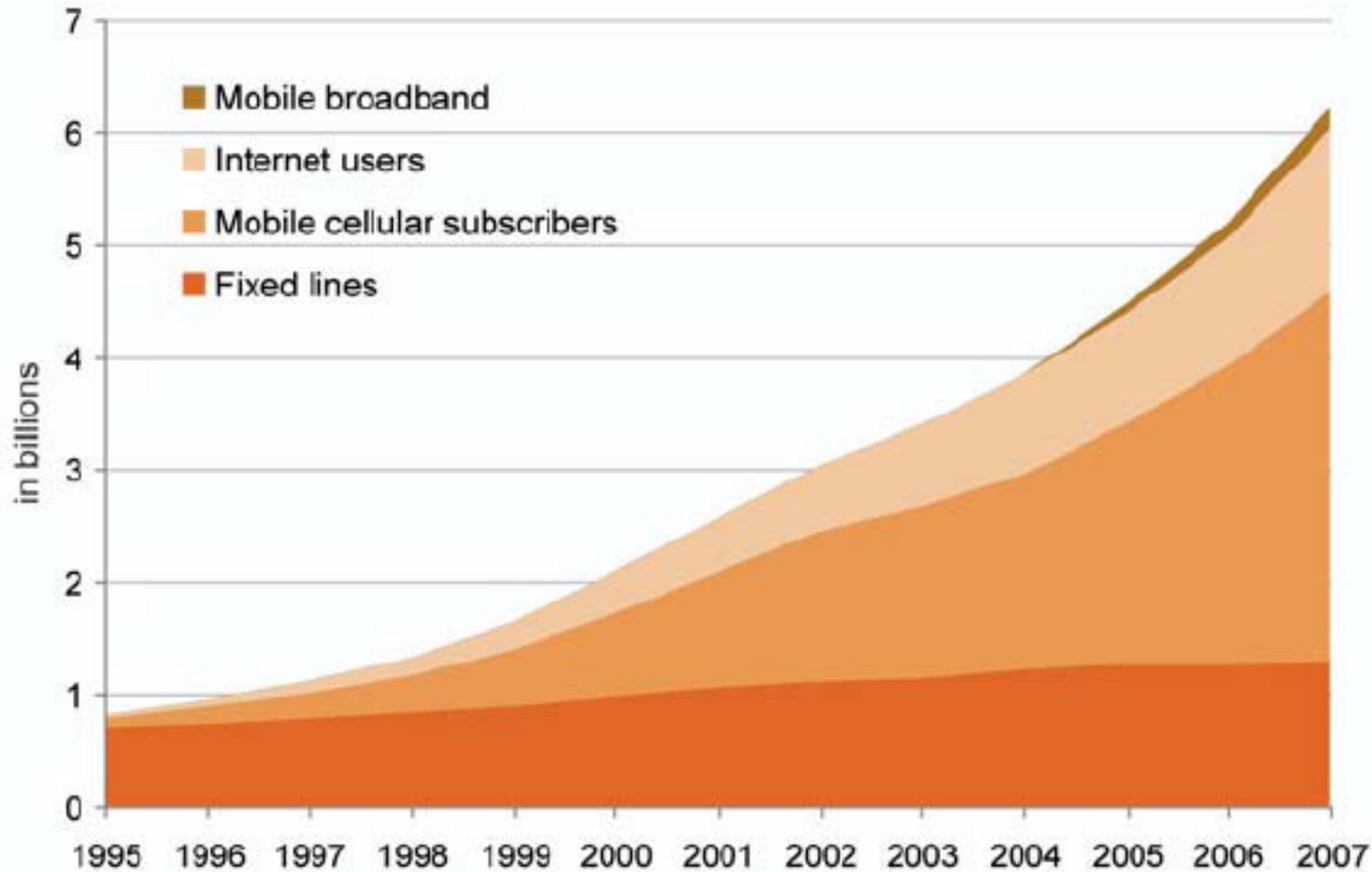
Quelle: Cullen International

ODF optical distribution frame OLT optical line termination

# Top FTTH economies worldwide, Februar 2009



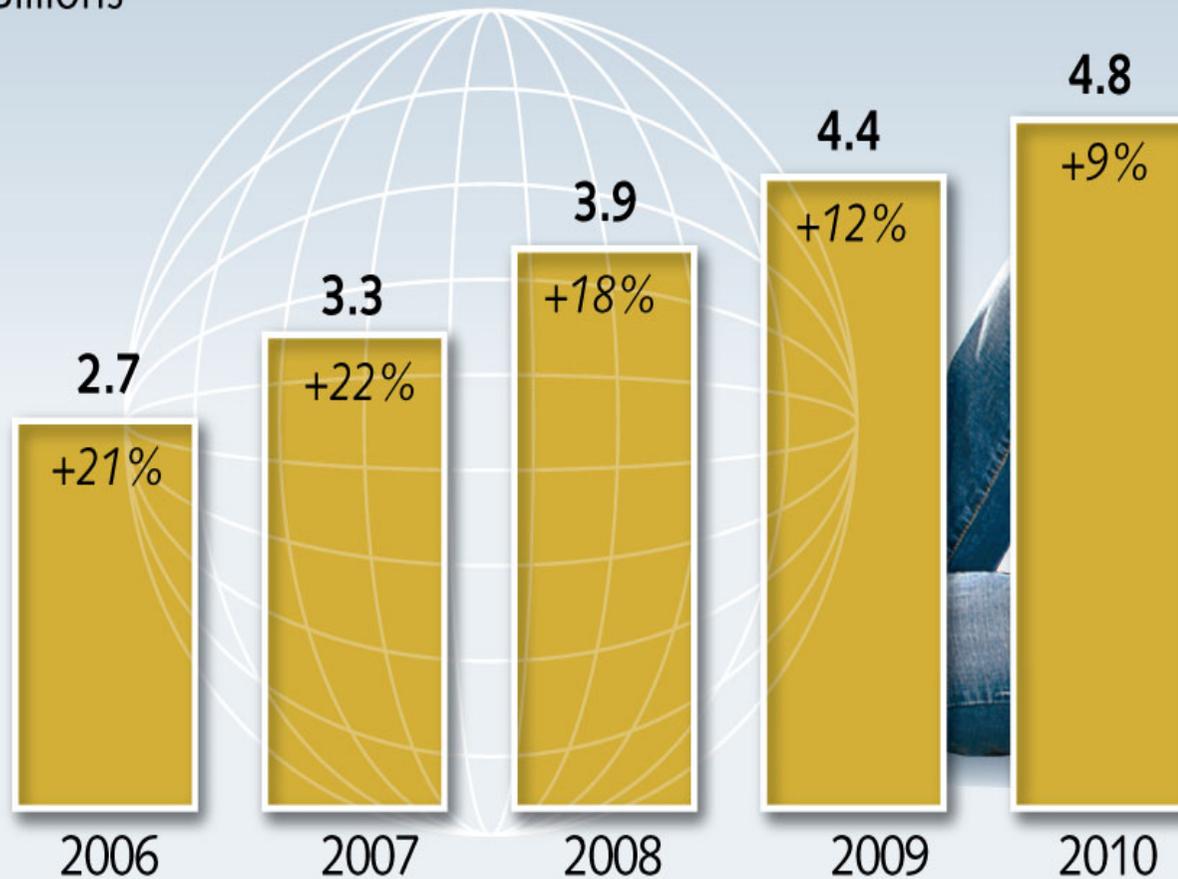
# Wachstum und Veränderung



Quelle: ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database

# More than 4 billion mobile phone users worldwide

Number of mobile phone subscriptions\*  
Billions



Source: EITO, IDATE

\*Mobile subscriptions including pre-paid, 2009/2010 forecast



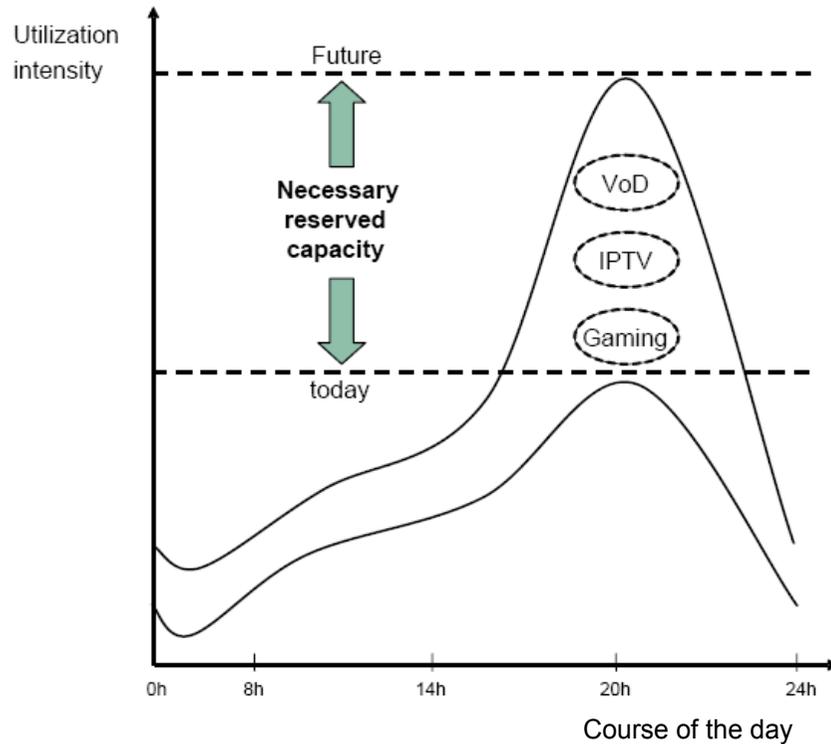
## World Internet Usage and Population Statistics

World Regions	Population ( 2009 Est.)	Internet Users Dec. 31, 2000	Internet Users Latest Data	Penetration % Population	Growth 2000-2009	Users % of Table
<u><a href="#">Africa</a></u>	991,002,342	4,514,400	<b>67,371,700</b>	6.8 %	1,392.4 %	3.9 %
<u><a href="#">Asia</a></u>	3,808,070,503	114,304,000	<b>738,257,230</b>	19.4 %	545.9 %	42.6 %
<u><a href="#">Europe</a></u>	803,850,858	105,096,093	<b>418,029,796</b>	52.0 %	297.8 %	24.1 %
<u><a href="#">Middle East</a></u>	202,687,005	3,284,800	<b>57,425,046</b>	28.3 %	1,648.2 %	3.3 %
<u><a href="#">North America</a></u>	340,831,831	108,096,800	<b>252,908,000</b>	74.2 %	134.0 %	14.6 %
<u><a href="#">Latin America/ Caribbean</a></u>	586,662,468	18,068,919	<b>179,031,479</b>	30.5 %	890.8 %	10.3 %
<u><a href="#">Oceania / Australia</a></u>	34,700,201	7,620,480	<b>20,970,490</b>	60.4 %	175.2 %	1.2 %
<b>WORLD TOTAL</b>	6,767,805,208	360,985,492	<b>1,733,993,741</b>	<b>25.6 %</b>	380.3 %	100.0 %

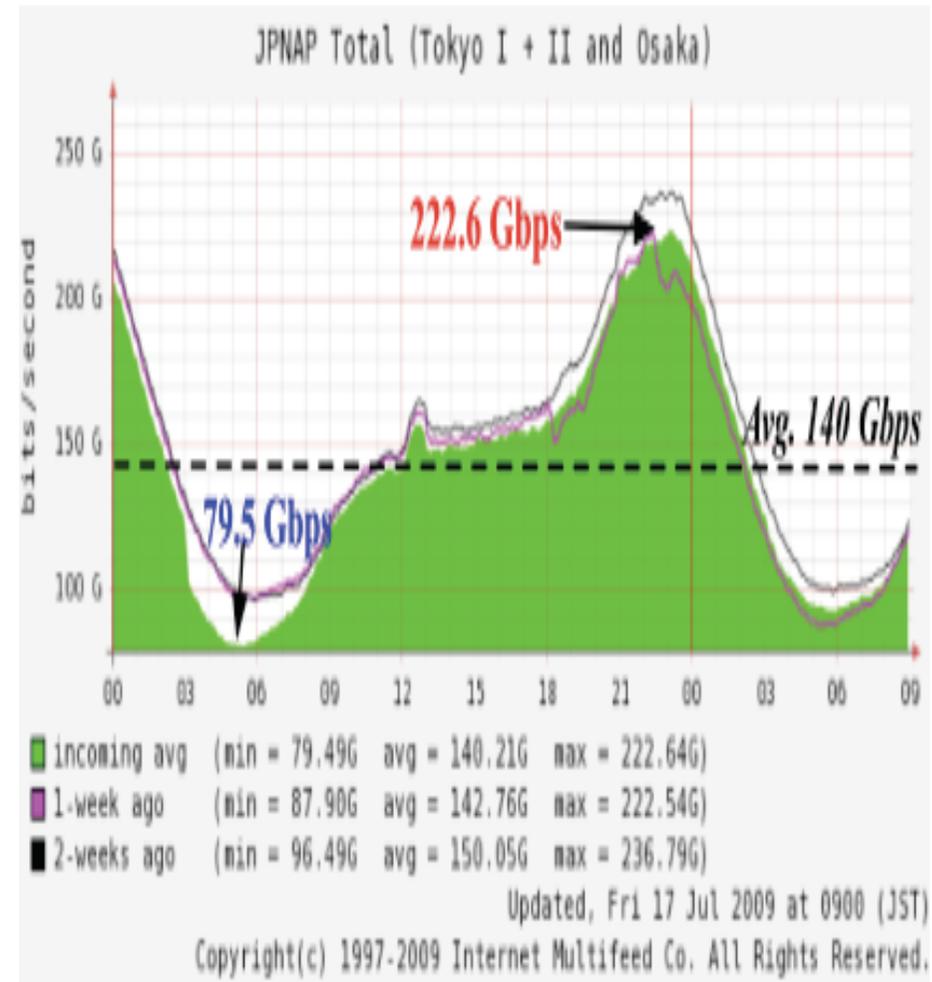
Quelle: [www.internetworldstats.com/stats.htm](http://www.internetworldstats.com/stats.htm)

# Internet-Benutzungsintensität während eines Tages

schematischer Verlauf



aktuell gemessener Verkehrsdurchsatz eines Internetknotens in Japan



Quelle: Quality in the Internet, Brenner et al. Universität St. Gallen, 2007

# Übersicht

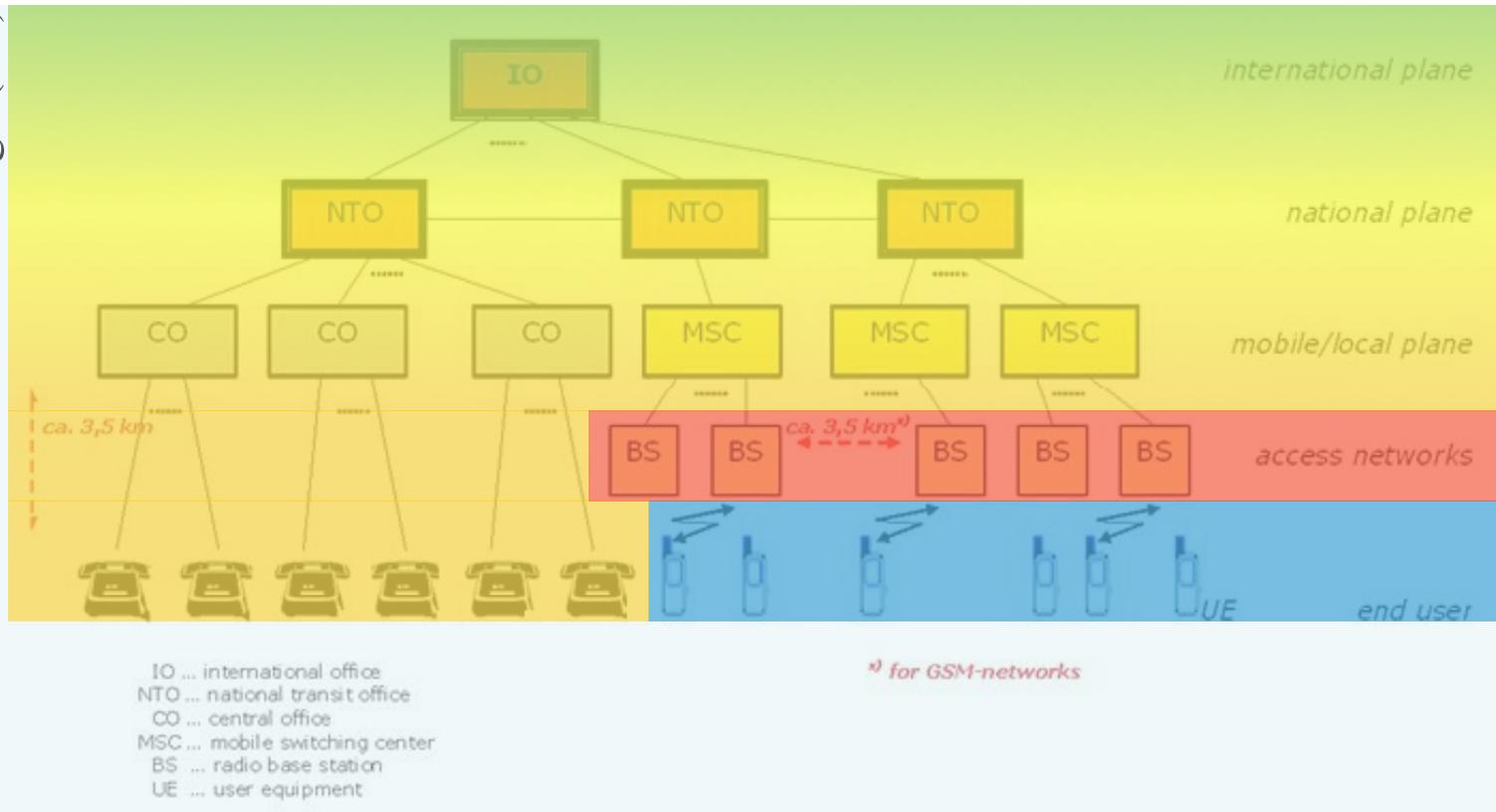


- Dynamik der Kommunikationsnetze
- **Zentrales vs. verteilt gesteuertes Switching**
- Wege aus der potentiellen Energiekrise des IKT-Sektors
- Zusammenfassung und Ausblick

# IKT-Netztopologie

1990

Sicherheitsstromversorg (SV)



Ohne SV

## Warum wurden Netze getauscht?

- Veränderung der Verkehrsstruktur von Nutzdaten (Sprache, Daten und Video) und neu geforderte Verkehreigenschaften (Symmetrie, Sicherheit, Qualität, Fehlerraten, ...).
- „Zufällig“ steigende Komplexität im Netz:  
Zur Lösung aktueller Fragen wird die Basistechnologie erweitert, wodurch zukünftig Inflexibilitäten und Probleme auftreten.  
Veränderung an Komponenten, ausgelöst durch technologische Neuerungen oder durch Neudesign.

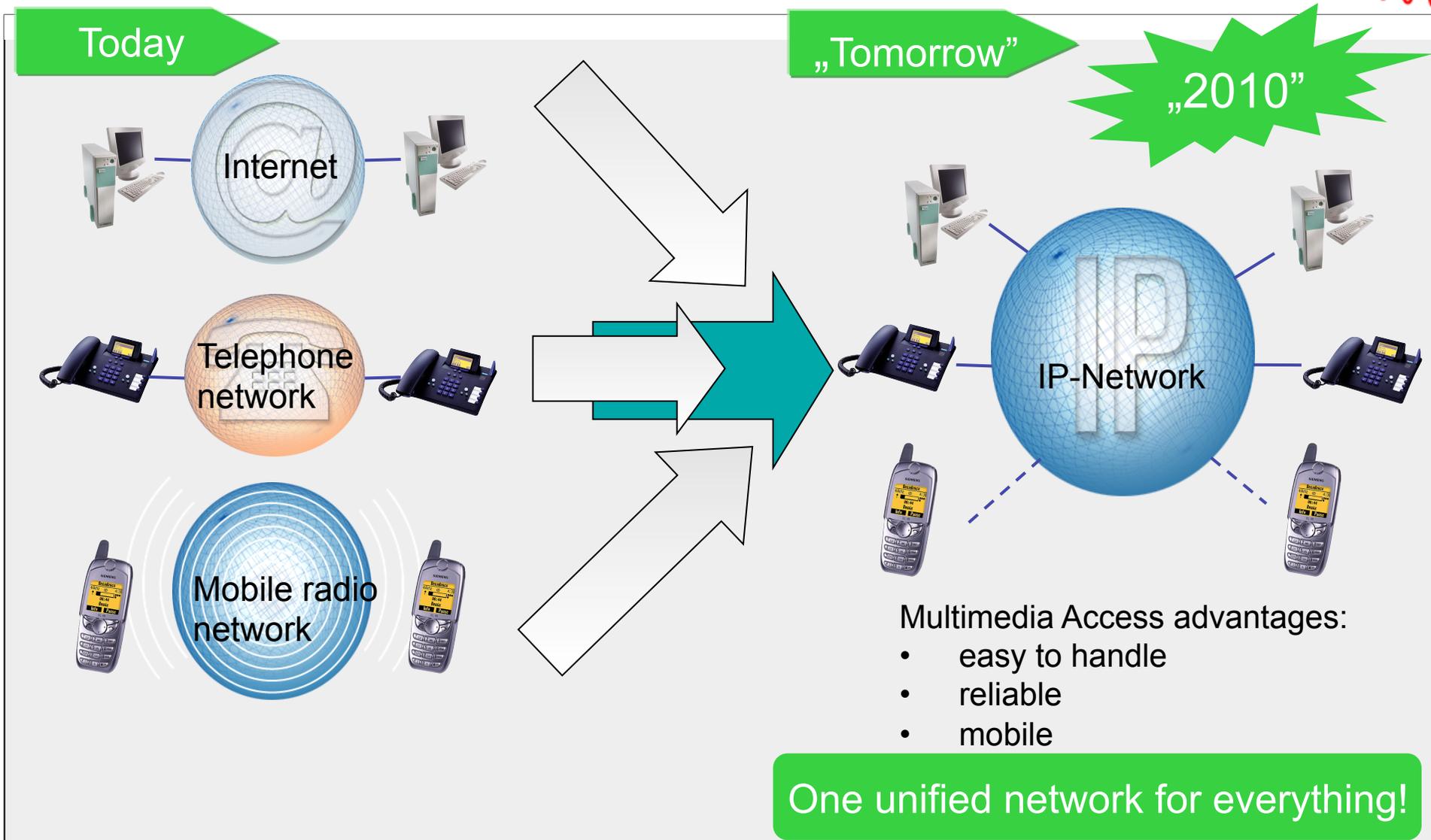
**ISDN:** zu viele neue Funktionen und zu komplex

**ATM:** Zellgröße für Sprache kaum tauglich, für Daten uneffektiv

**IP** definiert kein Netz: Information wird über unterschiedliche Netze vermittelt, technologieunabhängig. Adressierung und Nachrichtenstruktur ist allgemein anerkannt. Rosten von IPTV ist problematisch.

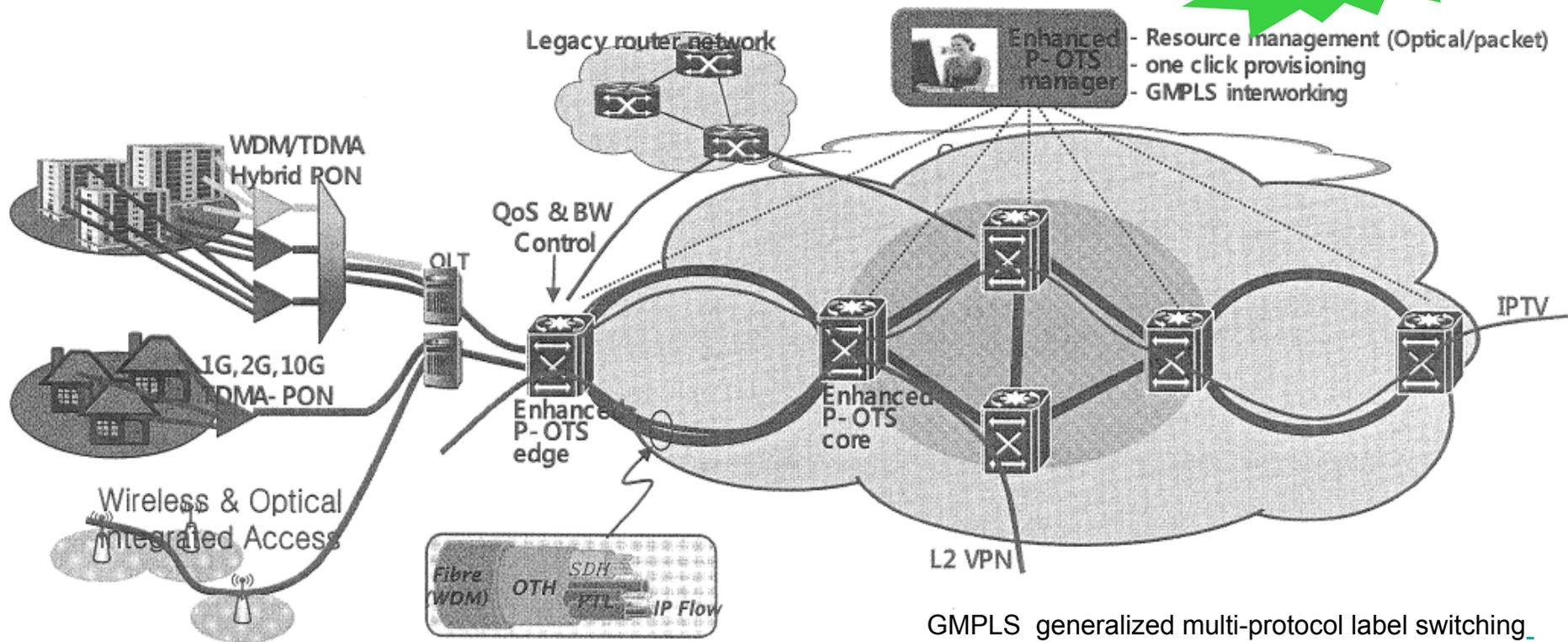
**Next Generation Networks NGN: ???**

# Übergang ins Next Generation Network?



# Netzarchitektur bei Packet Transport Label Switching

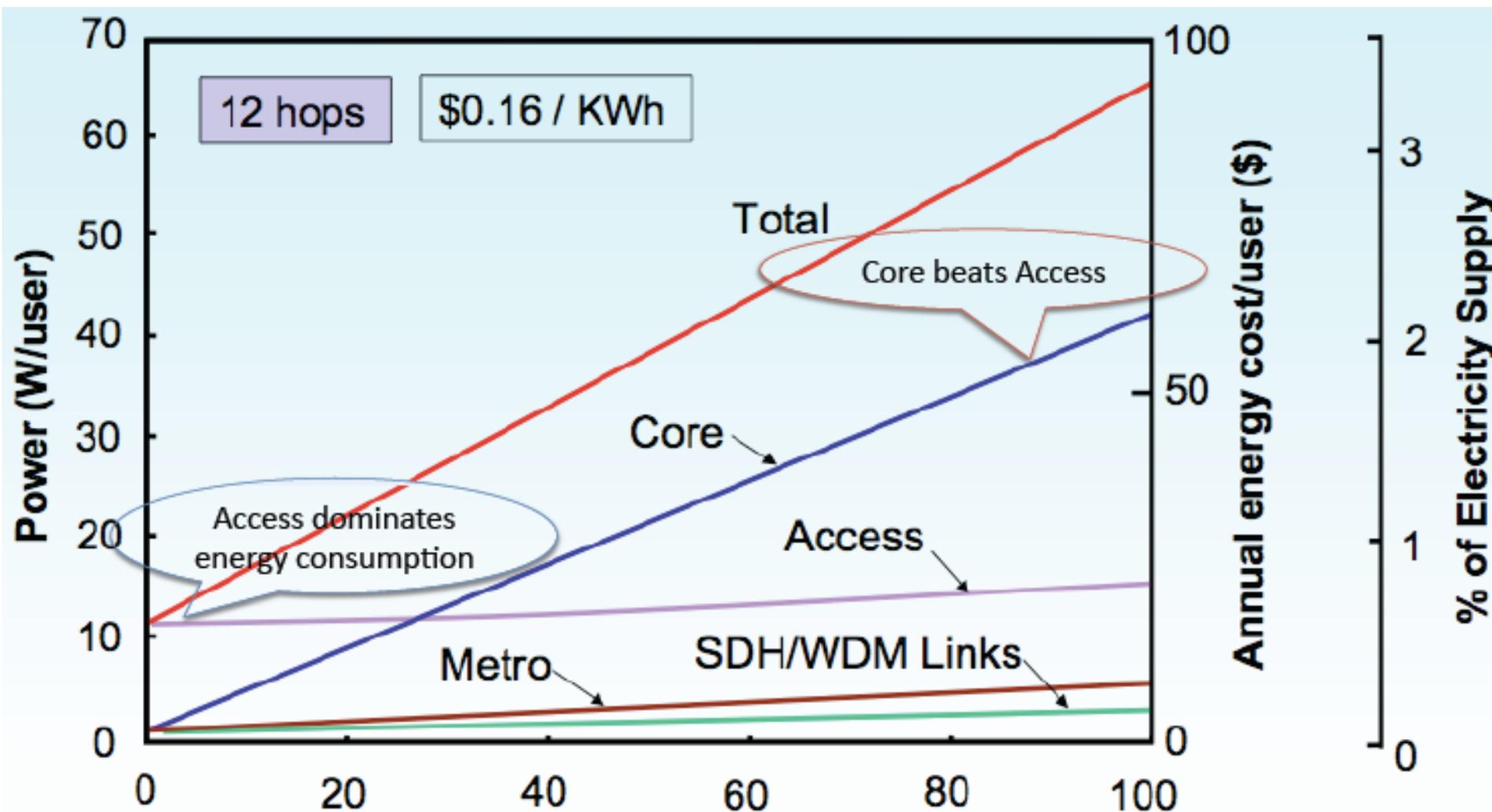
2020



GMPLS generalized multi-protocol label switching  
 OTH optical transport hierarchy  
 PON passive optical network  
 P-OTS packet optical transport system  
 TDMA time division multiple access  
 WDM wavelength division multiplexing

Quelle: ICT Shaping the World (ETSI, 2009)

# Energieverbrauch in IP Netzen



Quelle: R.S.Tucker, OFC2008

## Reduzierung des Energieverbrauchs in Kommunikationsnetzen

Effiziente Architekturen für mobile Kommunikationsnetze. Verlustleistungs-optimierung in Schaltungstechniken.

Optische Netzlösungen haben erhebliches Potential für völlig neue Netzstrukturen:

- Kooperatives Networking: verschiedene Netze unterstützen sich gegenseitig durch optimalen Gebrauch des Gesamtnetzes.
- Künstliche Intelligenz könnte den Betrieb von Netzen und die Kooperation verschiedener Netze optimieren. So könnten Echtzeitanforderungen in die Auswahl eines geeigneten mobilen Netzzugriffs mit einbezogen werden.
- Die intermittierenden Verbindungen könnten bei sich bewegenden Benutzer energetisch optimiert werden.
- Verzögerungs-relevantes / –tolerantes Networking würde möglich.
- Teilnehmeranschlussleitungsbereich wäre durch passive optische Systeme sehr energieeffizient implementierbar.

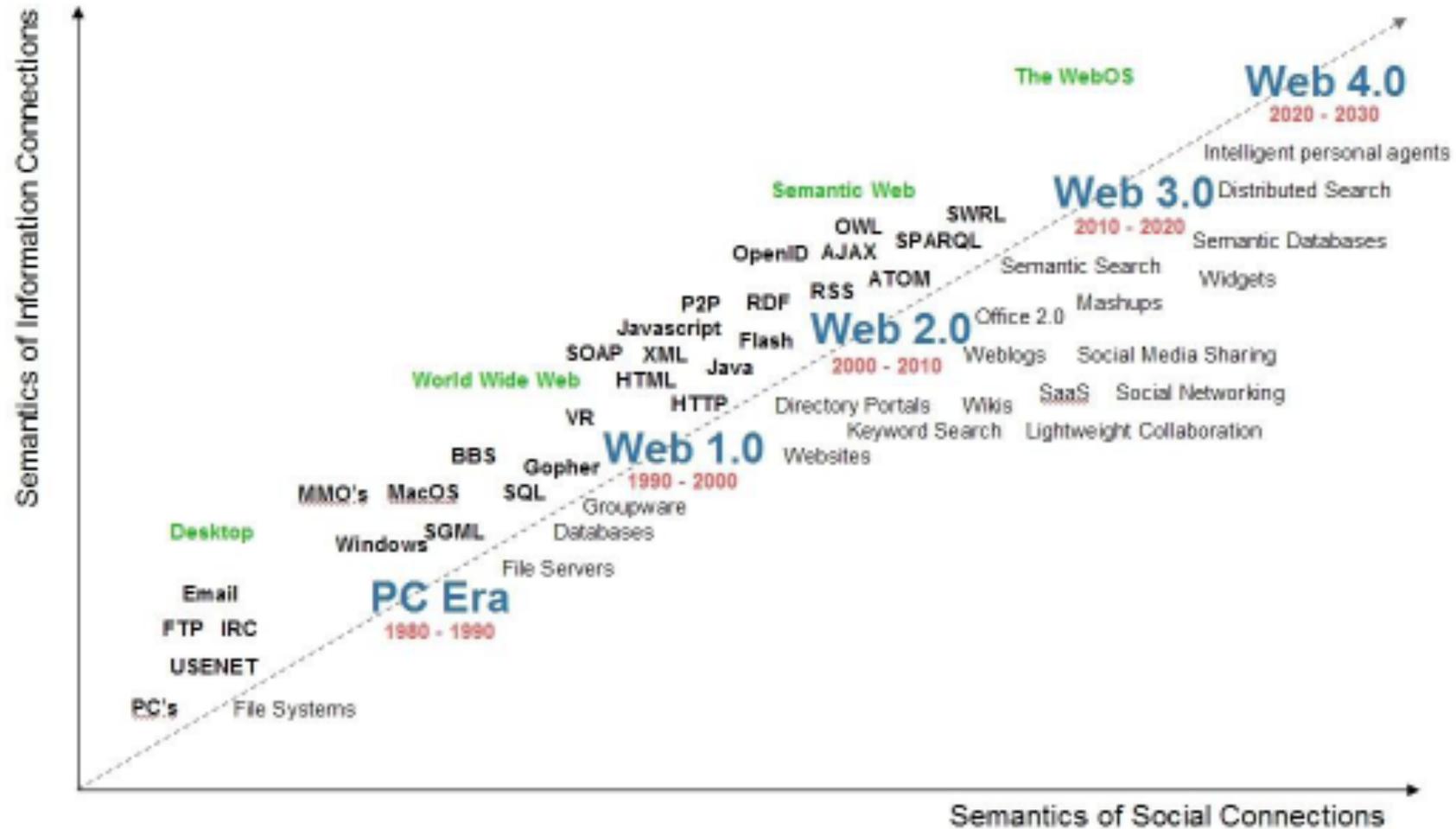
Quelle: Green IT, Ansatzpunkte der Reduzierung des Energieverbrauchs und der Verbesserung der Energieeffizienz in Kommunikationsnetzwerken, VDE-Studie (2009)

## Das Internet hat unsere Gesellschaft grundlegend verändert

- E-Mail mit Attachments, Homepages, Voice over IP
- Wissensmanagement, User Generated Content
- Mobility
- E-Government, E-Enterprise, E-Business
- E-Learning und E-Education, E-Health
- Virtuelle Welten im Internet
- Sensoren schlagen Brücken von virtueller zur physischen Welt
- Internet of Things
- Cloud and Grid Computing

**Kulturelle, soziale und ökonomische Einbettung:  
Jede Technologiewechsel  
verändert den Generationenwechsel.**

# Semantic Map



Quelle: RAND Europe (2008)

## Internet morgen (1)

Das Internet-Konzept stammt aus den 1970er-Jahren mit eingeschränkter

- Sicherheit,
- Verfügbarkeit,
- Flexibilität und
- Managebarkeit.

Mit Patches versuchte man, den Unzulänglichkeiten zu begegnen. Diese steigerten vielmehr die Komplexität,

- verringerten die Robustheit und
- der Betrieb wurde zunehmend schwieriger und teurer.

Die Einschränkungen des Entwurfs können nicht durch kleinere Anpassungen des bestehenden Internets behoben werden.

## Internet morgen (2)

In den letzten zwanzig Jahren hat das Internet

- die Arbeitsweisen der Wissenschaft,
- die Gestaltung der Geschäftswelt und
- das Leben der Menschen in der ganzen Welt verändert.

Dabei waren die Veränderungszyklen nicht in Jahren sondern in Monaten zu messen und diese Veränderungen sind keineswegs abgeschlossen.

In 10 bis 15 Jahren  
werden sich unsere Kommunikationsinfrastruktur  
und die darauf bereitgestellten Dienste  
elementar von heute unterscheiden.

## Internet morgen (3)

Das heutige Internet ist ein komplexes System, tief in ökonomische und soziale Abläufe unserer Gesellschaft eingebunden.

Steigende Verfügbarkeit von Benutzer-generiertem Content treibt die Web 2.0-Revolution.

Radikale Technologieänderungen könnten unvorhersehbare ökonomische und soziale Folgen haben.

Weltweit arbeiten Forscher und Industrien an neuen Designansätzen: **US (FIND/GENI)**, Südkorea, Japan, Canada

Soziale und strukturelle Faktoren in Architekturüberlegungen bei der **FIRE-Initiative** der EU

# Übersicht



- Dynamik der Kommunikationsnetze
- Zentrales vs. verteilt gesteuertes Switching
- **Wege aus der potentiellen Energiekrise des IKT-Sektors**
- Zusammenfassung und Ausblick

## Eine Alternative?



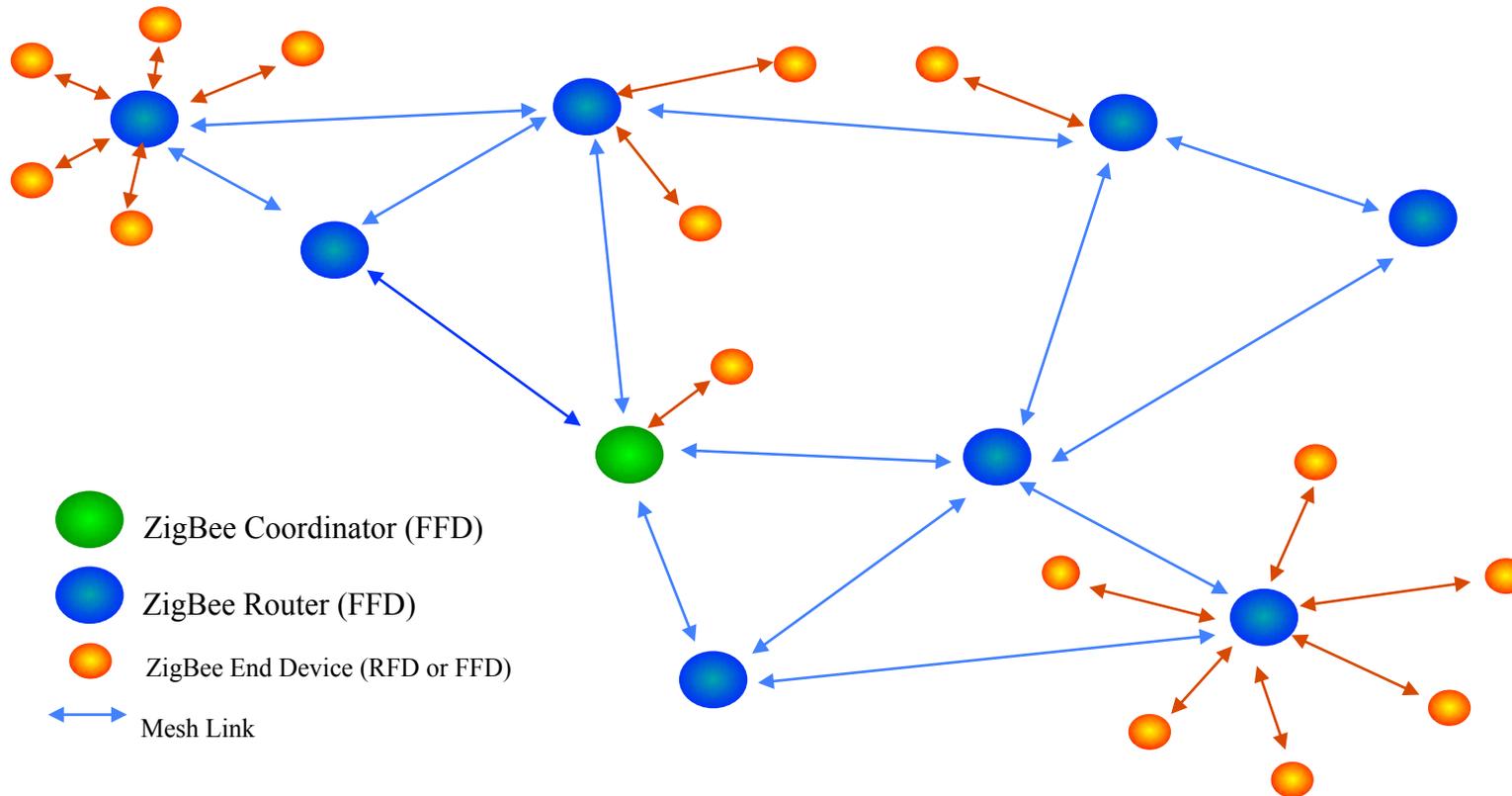
### NEUE ZIGBEE GREEN POWER FUNKTIONALITÄT BEKANNT GEGEBEN

Die neue Funktionalität zur Erweiterung der ZigBee-Netzwerke umfasst neue Möglichkeiten der Stromerzeugung („Energy Harvesting“) und eliminiert den Einsatz von Batterien.

**SAN RAMON, Kalifornien, 29. Juni/PRNewswire/** -- Die ZigBee(R) Alliance, eine weltweite Vereinigung von Firmen, die Wireless-Lösungen zum Einsatz im Energiemanagement und für gewerbliche und private Anwendungen entwickeln, gab heute die Entwicklung der ZigBee Green Power Funktionalität bekannt. Damit soll ein weltweites Standardverfahren für Geräte mit eigener Stromerzeugung etabliert werden, die über Energy Harvesting-Techniken betrieben werden. Die Geräte werden nahtlos mit bestehenden ZigBee- und ZigBee PRO-Netzwerken kommunizieren und ermöglichen die Entwicklung wartungsfreier, umweltfreundlicher Produkte, die keine Kabel und keine Batterien benötigen.

Quelle: [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org) (2008)

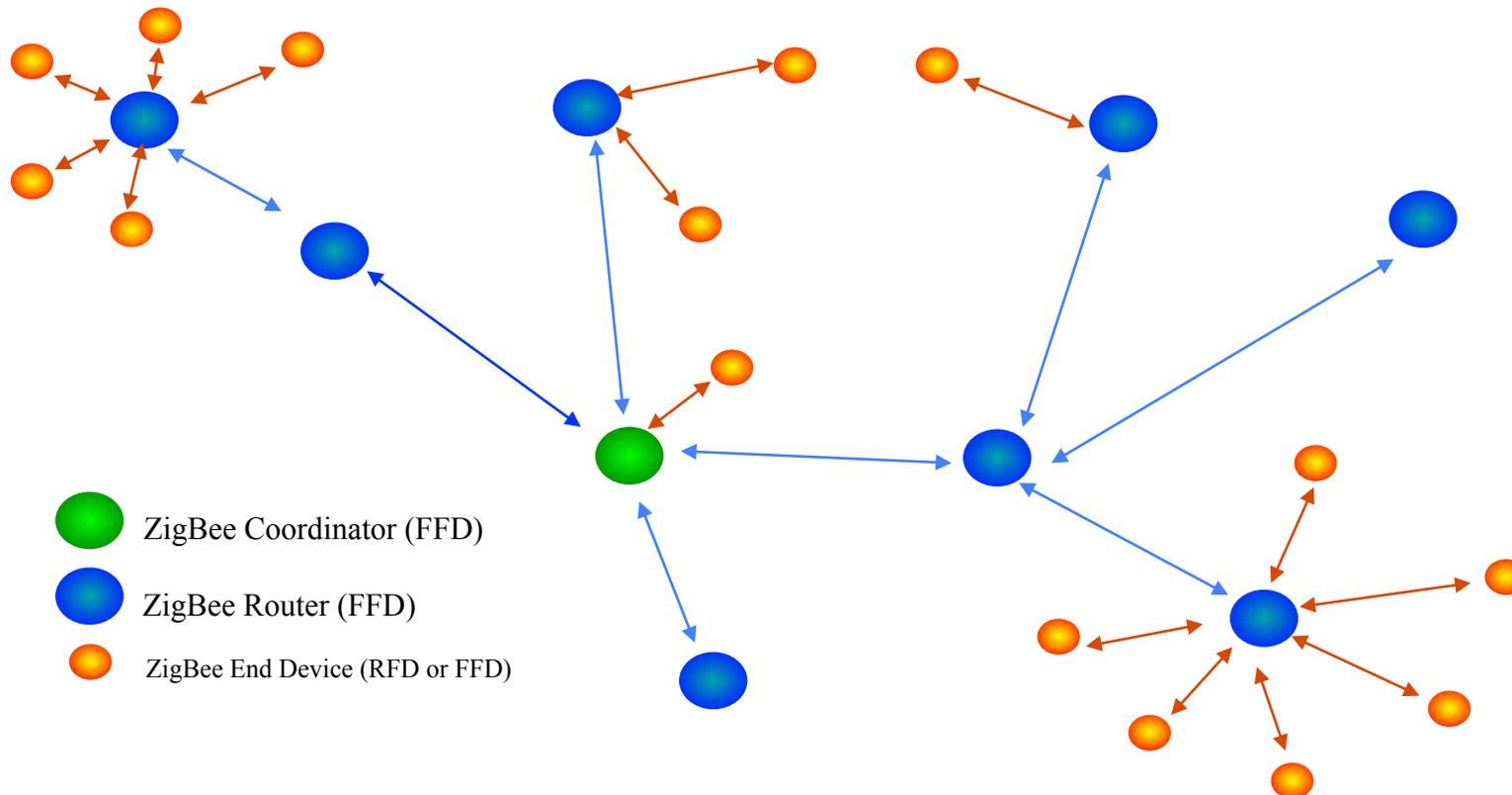
# ZigBee Communication Model: Mesh Routing



Note: Mesh networking is a bandwidth and RAM efficient routing method.

Quelle: ZigBee Technical Overview, Wireless Japan (2008)

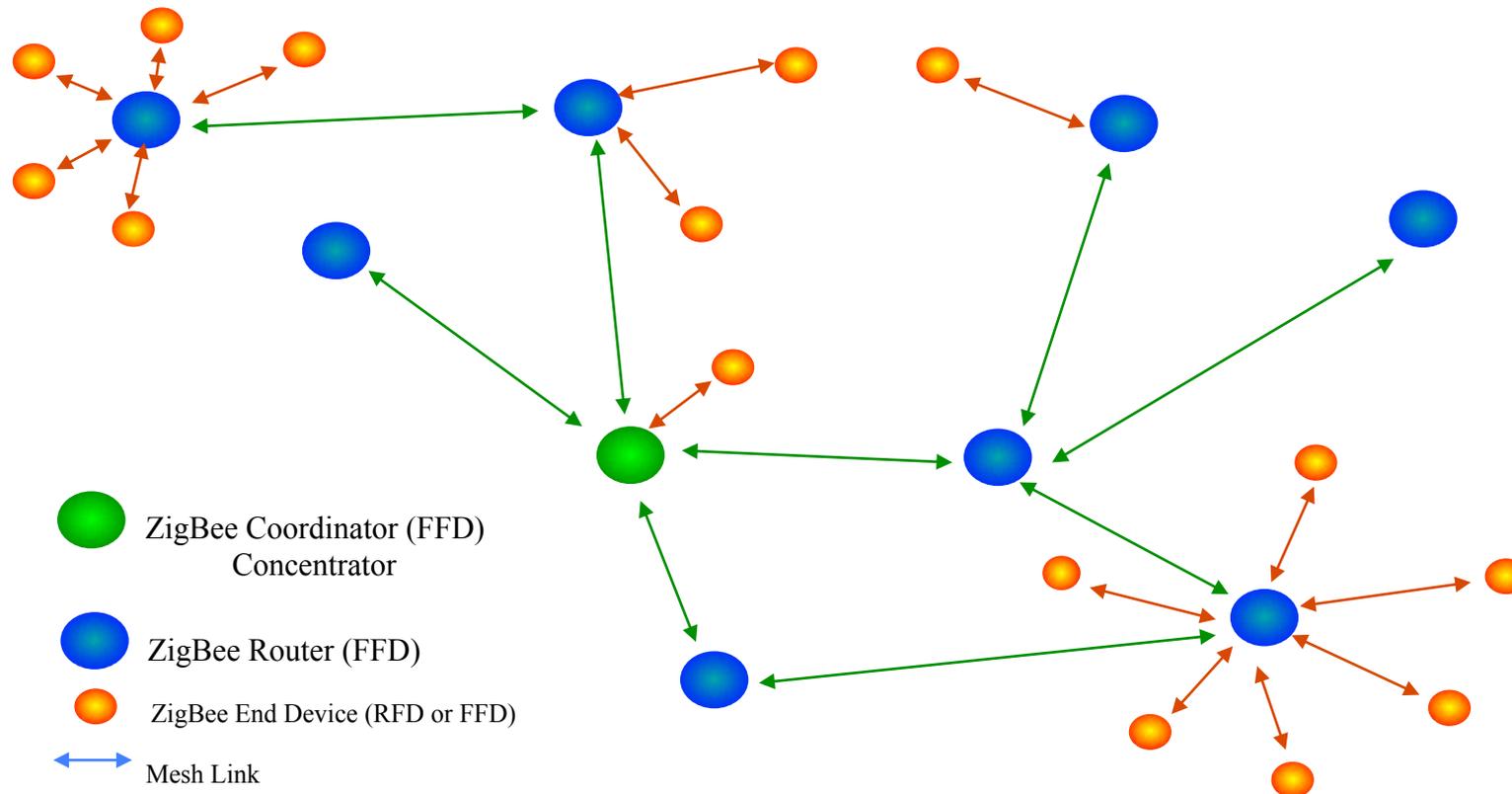
# ZigBee Communication Model: Cluster Tree Routing



Note: Cluster Tree Routing is the backup routing method in ZigBee networks, used if mesh is busy.

Quelle: ZigBee Technical Overview, Wireless Japan (2008)

# ZigBee Communication Model: Many to One and Source Routing



Note: Concentrators may be any router in the network (not just the ZC).  
Source routing allows scaling in large networks with limited RAM in most nodes.

Quelle: ZigBee Technical Overview, Wireless Japan (2008)

## Smart Energy Networks



Mai 2005: European Commission Research Directorate-General legte eine Basis zur Gründung einer '**Technology Platform for the Electricity Networks of the Future**'.

Damit sollten Leistungsvermögen, Sicherheit und Zuverlässigkeit der Energieübertragung und der Verteilsysteme in Europa gesteigert werden sowie der Abbau von Schranken für die großflächige Integration von verteilten und erneuerbaren Energiequellen im Einklang mit der beabsichtigten Priorisierung von "**Smart Energy Networks**" im 7. Rahmenprogramm (FP7). Dazu wurde im Jänner 2006 das Platform's Vision Paper veröffentlicht.

Quelle: Electricity Networks of the Future, Ch.Sasse (IEEE 2006)

## Warum Smart Grids?

Schwierigkeit bei Aussagen zu Future Networks sind Ungewissheiten ...

... in der Zusammensetzung der Primärenergie,

... in den vom liberalisierten Markt bedingten Energieströmen,

... in der momentanen Leistungserbringung vieler erneuerbarer Energiequellen.

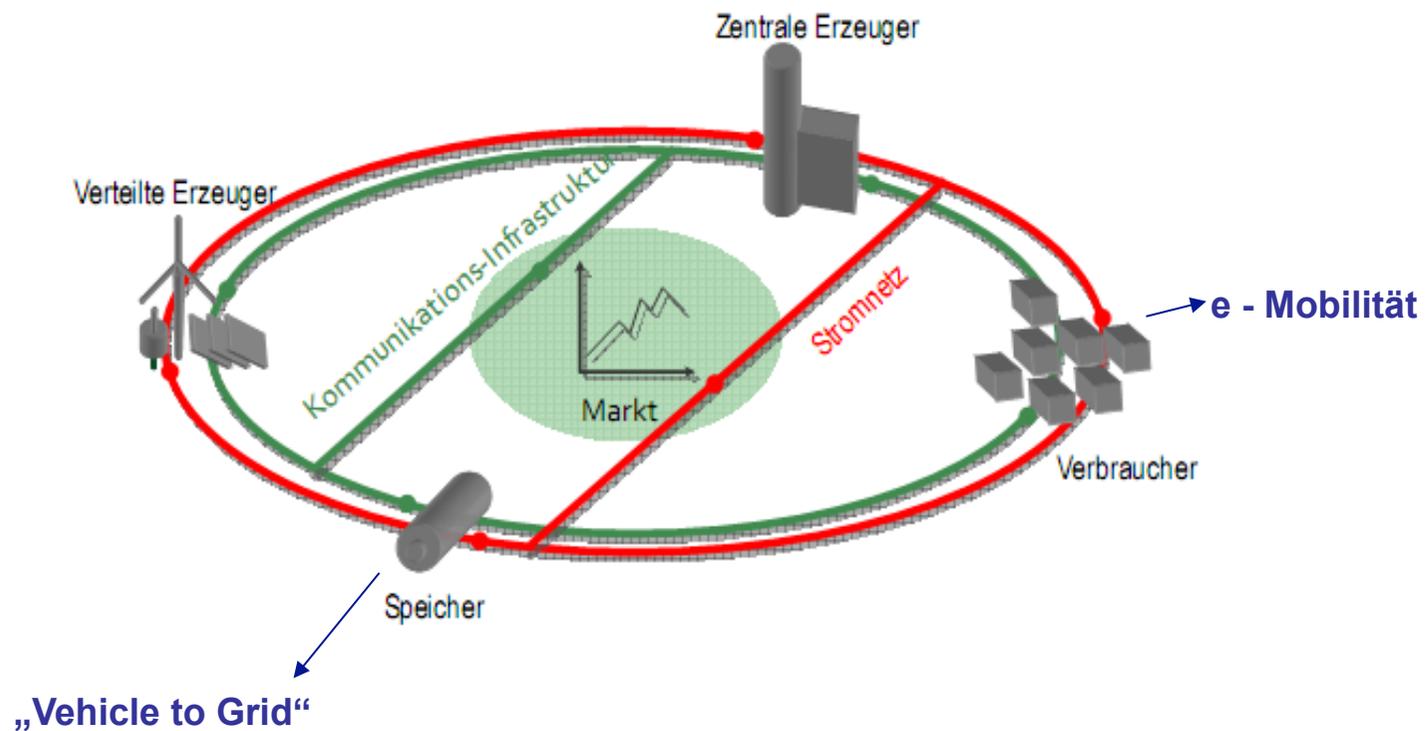
Strategie zur Bewältigung von Ungewissheiten ist,

**Flexibilität und Robustheit**

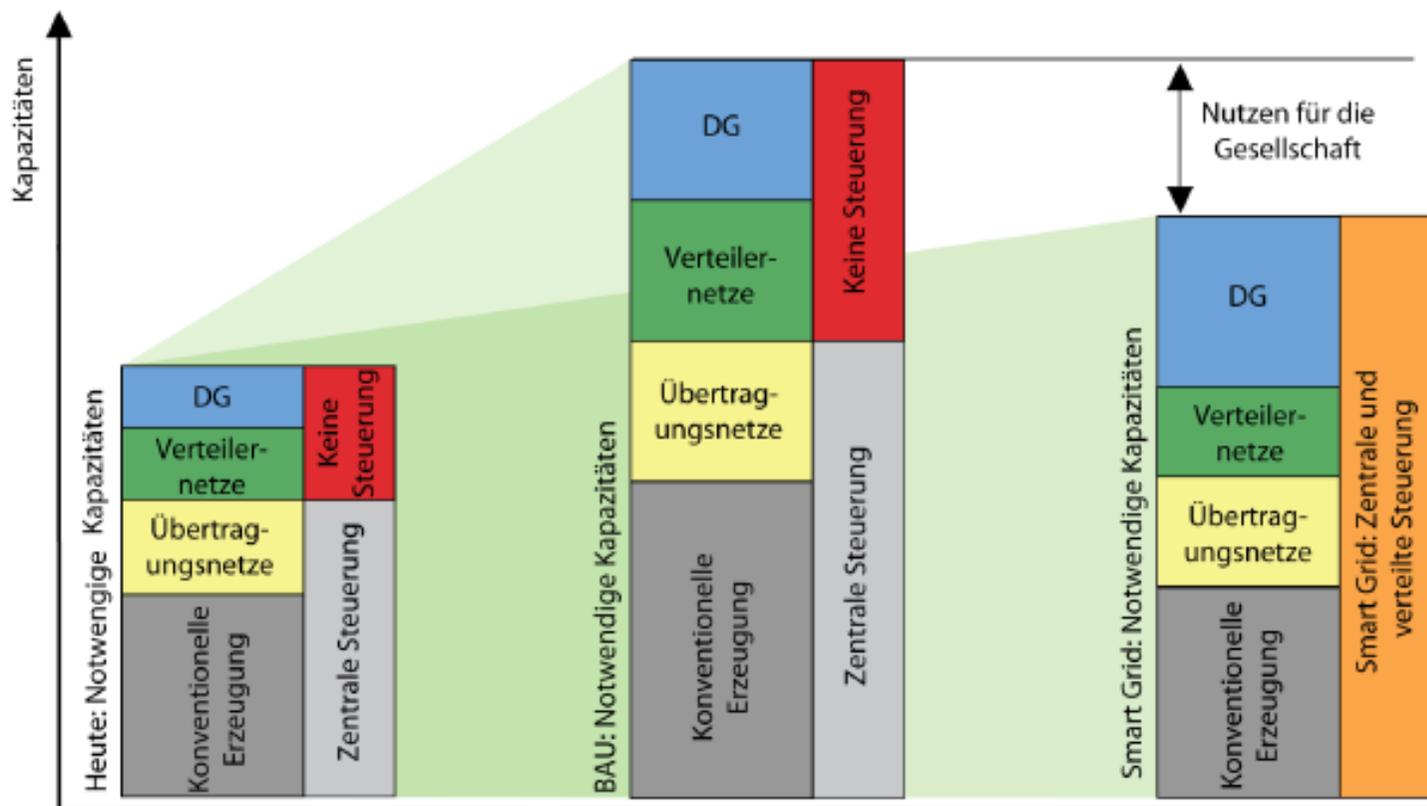
in die Netze einzubauen durch Forschung und Entwicklung von  
**Smart Grids.**

Quelle: Electricity Networks of the Future, Ch.Sasse (IEEE 2006)

# Grundidee eines Smart Grids



# Kapazitätsentwicklungen mit / ohne Smart Grids



HEUTE

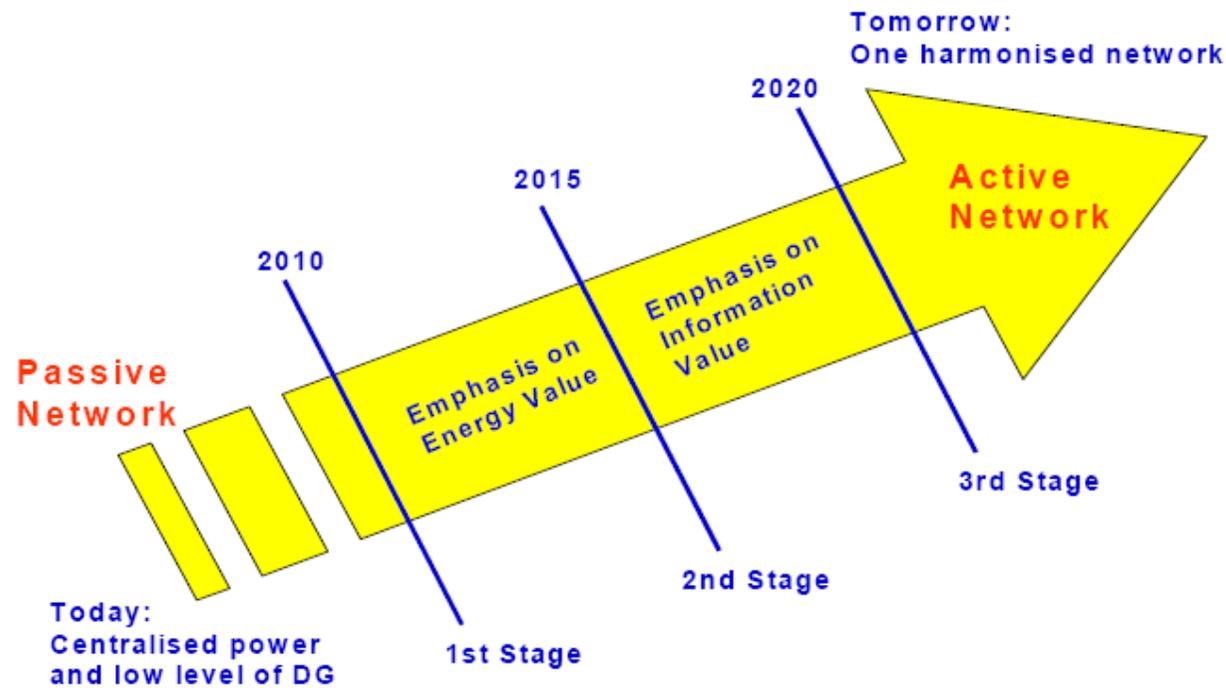
ZUKUNFT ohne Smart Grids

**ZUKUNFT mit Smart Grids**

DG distributed generation

Quelle: Taking an Active Approach, Djapic et al. (IEEE 2007) und Roadmap Smart Grids Austria (Vorab 2009)

# Entwurf einer Roadmap zu einem aktiven Netzwerk



Quelle: Electricity Networks of the Future, Ch.Sasse (IEEE 2006)

# Übersicht

- Dynamik der Kommunikationsnetze
- Zentrales vs. verteilt gesteuertes Switching
- Wege aus der potentiellen Energiekrise des IKT-Sektors
- **Zusammenfassung und Ausblick**

## Blackouts bei öffentlicher Stromversorgung und IKT-Betrieb

Unsere Gesellschaft stützt sich im Privat- und Geschäftsbereich immer mehr auf funktionsfähige IKT-Dienste ab.

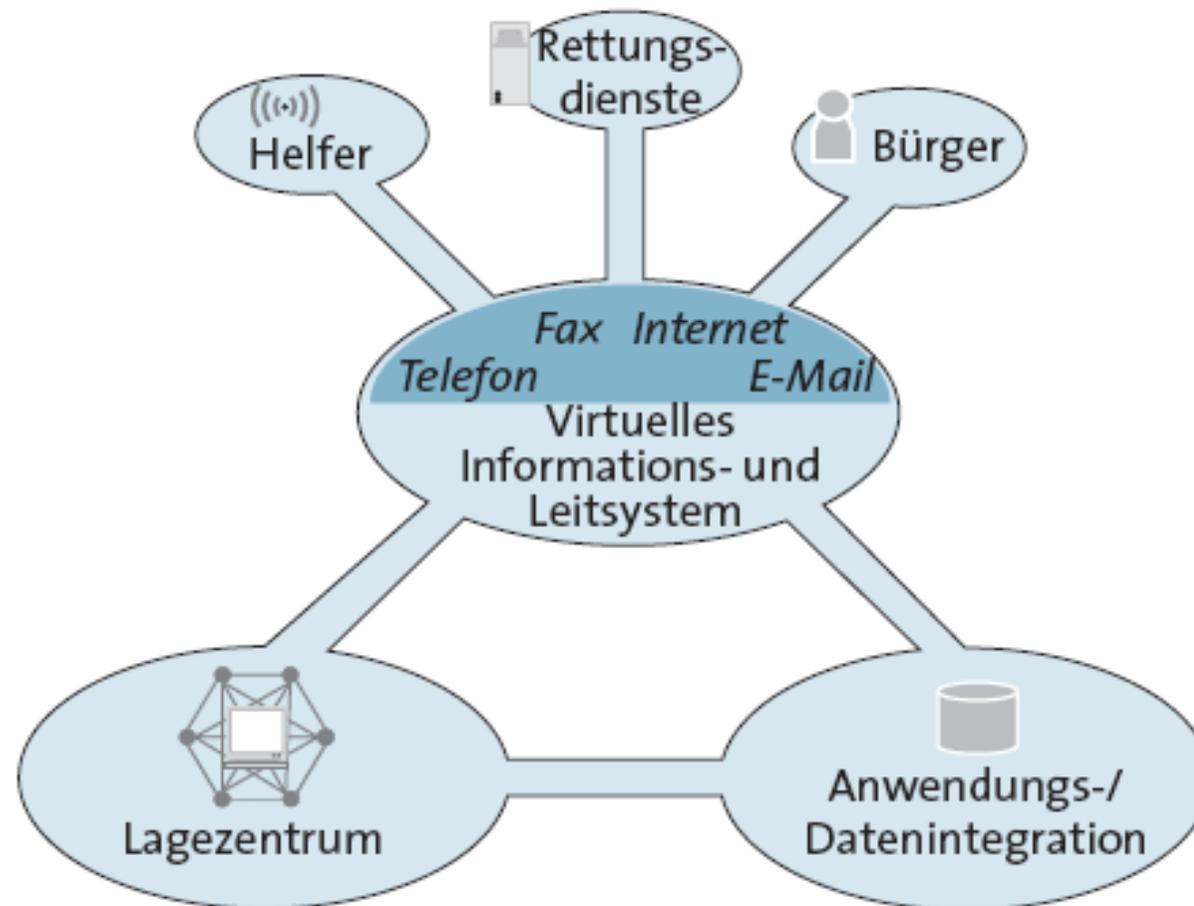
**„IKT = Nervenstränge der Wirtschaft“**

- Wirtschaft und Verwaltung sind bei IKT-Ausfällen massiv betroffen.
- In Sonder- und Notsituationen kommen der Sprachkommunikation über Mobilnetze, aber auch im Festnetz, überragende Bedeutung zu.
  - Bei Notfällen kann weder Rat noch Hilfe von Blaulichtorganisationen eingeholt werden.
  - Dramatische Situationen, auch unmittelbar nach stabiler Wiederkehr der Stromversorgung.

Länger andauernde Totalausfälle der Stromversorgung führen binnen kurzer Zeit zu einem IKT-Zusammenbruch.

**Alle IKT-Lösungen benötigen  
eine gesicherte Stromversorgung.**

## Virtuelles Informations- und Leitsystem



Quelle: Leitfaden Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz – Eine neue Qualität, BITKOM (2008)

## IKT und Elektrizität sind Kritische Infrastrukturen

**IKT ist und bleibt  
von gesicherter Stromversorgung abhängig.  
Ohne IKT werden Notsituationen zur Krise<sup>\*)</sup>**

**Intelligente Stromnetze,  
angepasst an sich verändernde IKT-Erfordernisse,  
sind ein Ziel für das kommende Jahrzehnt.**

<sup>\*)</sup> Als "kritische Infrastruktur" kommen jene Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen in Betracht, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Beeinträchtigungen der nationalen und öffentlichen Sicherheit/staatliche Stabilität oder andere dramatische Folgen eintreten würden.

Quelle: [www.kiras.at/](http://www.kiras.at/)

# Wandel im Strombedarf für den IKT-Betrieb

## „Achillesferse“ der Informationsgesellschaft

- Technische Universität Graz
- Institut für Elektrische Anlagen
- Inffeldgasse 18-I / A-8010 Graz
- Tel. :++43/(0)316 / 873 7551
- Fax.:++43/(0)316 / 873 7553
- email: [helmut.malleck@tugraz.at](mailto:helmut.malleck@tugraz.at)
- <http://www.ifea.tugraz.at>
- <http://portal.tugraz.at>