

Skript zur Vorlesung Rechnernetze AIN 5

Prof. Dr. Dirk Staehle
dirk.staehle@htwg-konstanz.de

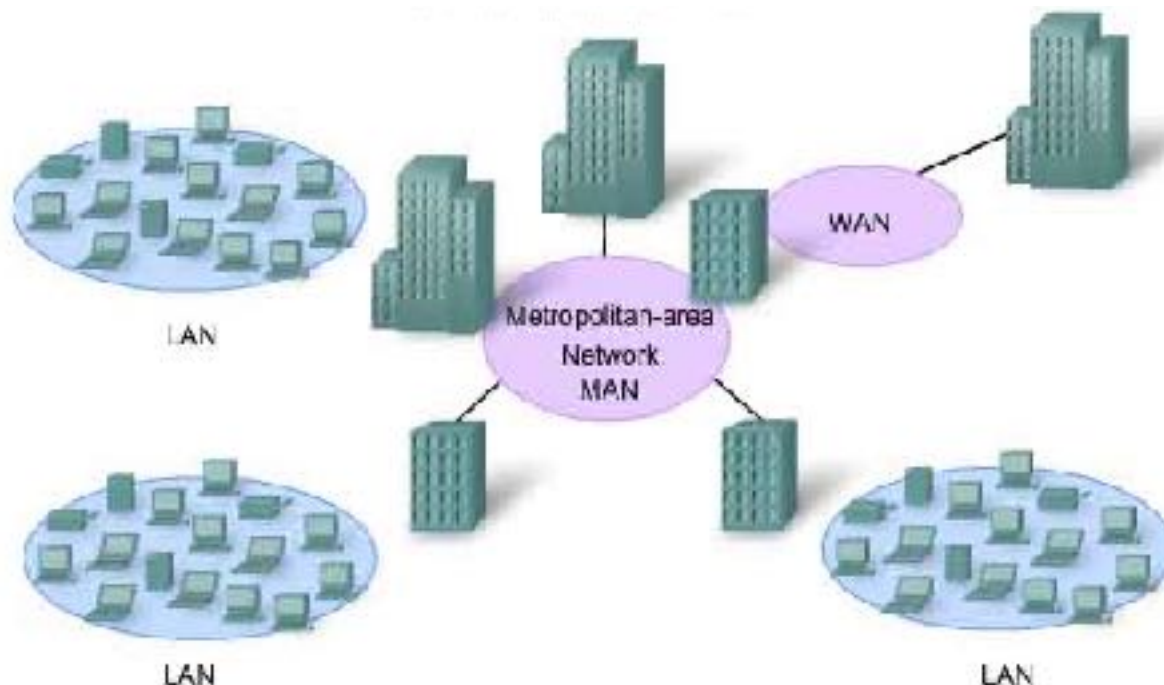
KAPITEL 1: EINFÜHRUNG UND MOTIVATION

- Übersicht Kapitel 1
 - **1.1 Arten von Rechnernetzen**
 - 1.2 Das Internet: Aspekte und Zahlen
 - 1.3 Zusammenfassung

- Geographische Abdeckung
 - Person, Gebäude, Land, Welt, ...
- Übertragungsmedium
 - drahtgebunden
 - drahtlos
- Mobilitätsunterstützung
 - keine
 - beweglich: automatisches Einbuchen in neues Netz bei Abbruch existierender Verbindungen
 - DSL → Mobilfunk
 - nahtlos: automatisches Einbuchen in neues Netz mit Erhalt existierender Verbindung
 - Mobilfunkzelle → Mobilfunkzelle
- Art der Netzknoten
 - Tags, Sensoren, Satelliten, Computer, Router, Switches, Basisstationen ...

Einordnung von Netzen nach geographischer Abdeckung

- PAN: Personal Area Network (unmittelbare Umgebung einer Person)
- LAN: Local Area Network (lokal, ein Gebäude, eine Etage)
- CAN: Campus oder Corporate Area Network (zwischen LAN und MAN, Zusammenschluss mehrerer LANs zu einem Campus oder Firmennetz)
- MAN: Metropolitan Area Network (Campus, Firma, Stadt)
- WAN: Wide Area Network (regional, national, international, global)



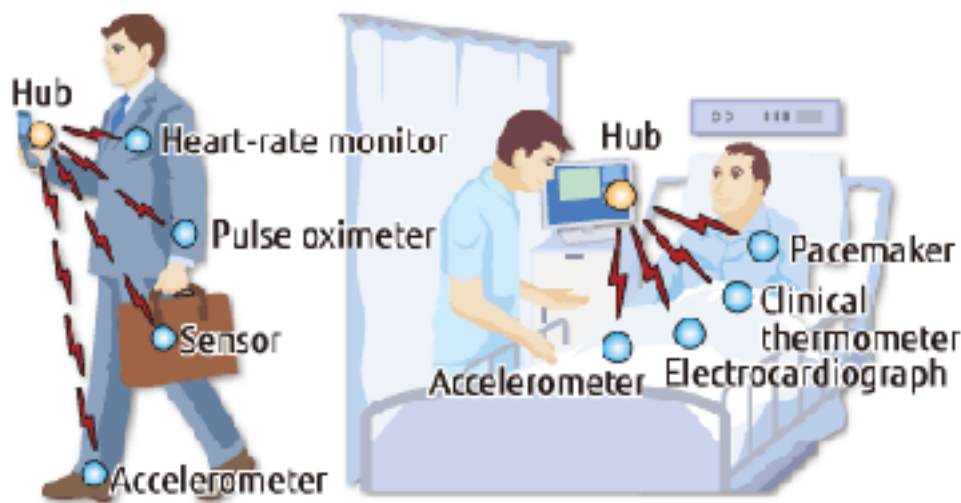
NFC (Near Field Communication)

- Kommunikation über sehr kurze Distanzen (4cm)
- Populärste Anwendungen: Digital Wallet, Tickets



(Wireless) Body/Personal Area Networks (BAN/PAN)

- Ausdehnung:
 - BAN (Body Area Network): am Körper getragene Sensoren und Geräte
 - Wearables (Kopfhörer, Apple Watch), medizinische Anwendungen
 - PAN (Personal Area Network): persönliche Umgebung (wenige Meter) z.B. Computerperipherie, Büro
- Technologie:
 - drahtlos: Bluetooth (IEEE 802.15.1), ZigBee (IEEE 802.15.4), etc.
 - drahtgebunden: USB



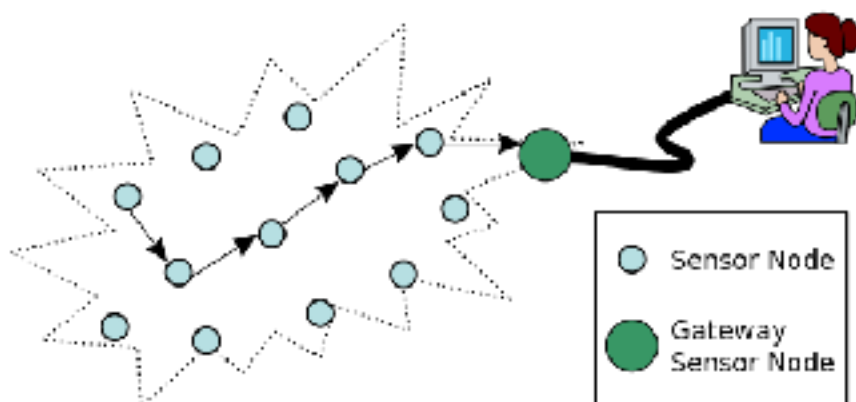
- Räumliche Definition:
 - Lokale Kommunikation schwierig exakt zu definieren
 - Heimnetzwerk, Büro, Flughafen, Campus, ...
- Technologische Definition: Ethernet, WiFi (Wireless Fidelity)



DreamHack 2014
(Quelle: wikipedia)

Sensor- und Aktornetze

- Drahtgebundene Feldbusse (Profinet, Ethernet, EtherCAT, CAN):
 - Einsatz: Industrielles Umfeld, Fahrzeug, Gebäude, Automatisierungstechnik
 - Anforderung: zuverlässig, echtzeitfähig, günstig
- Drahtlose Sensornetze (ZigBee, Wireless Hart, LoRa)
 - Einsatz: Smart Home, Automatisierungstechnik, Smart Energy
 - Anforderungen: energiesparend, günstig, zuverlässig
 - größere Reichweite durch Multi-Hop



Quelle: www.feldbusse.se

- Echtzeit Ethernet
- Garantierte Latenzen
- Zeitsynchronisierung
- Verkehrsdifferenzierung



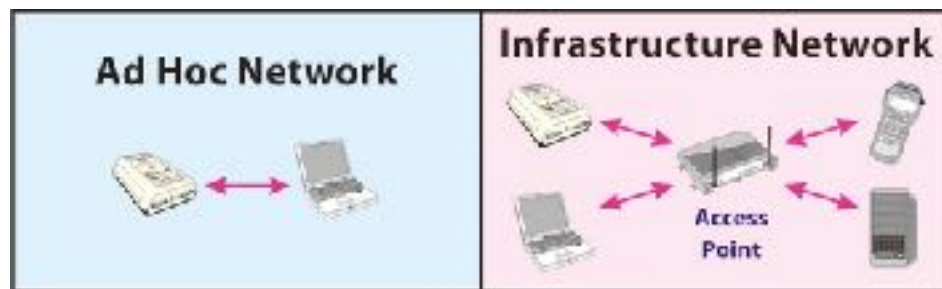
- Industrial IoT
- Medizintechnik
- Automobil (Automotive Ethernet)
- Musikproduktion

Wireless Ad-Hoc- und Mesh-Netze

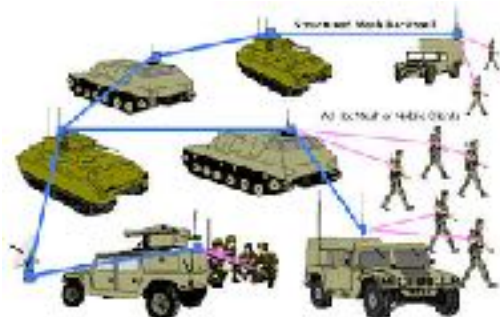
- Ad-Hoc-Netze: „Spontane“ Kommunikation zwischen WiFi-Knoten ohne Infrastruktur (ohne Access Point)
- Mesh-Netze: Verbindung mehrerer WiFi-Netze über Backbone Funkverbindungen
 - siehe Freifunk-Community für Internetzugang über Mesh-Netze
 - Home Mesh Network: Kooperation mehrere Access Points



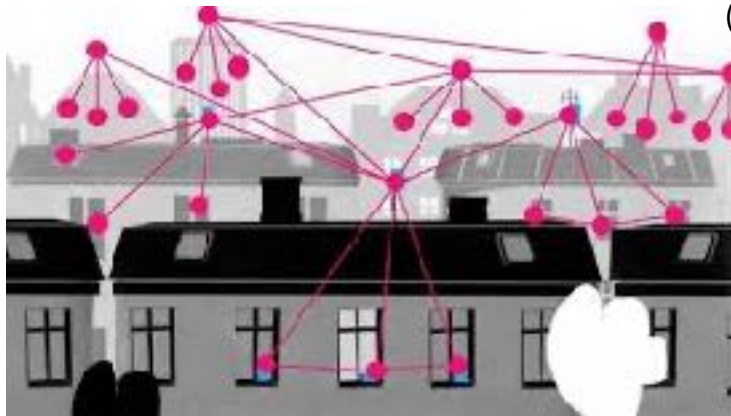
Ad-Hoc-Netz mit mehreren Laptops
(Quelle: computerlanguage.com)



Direkte Kommunikation im Ad-Hoc-Modus
(Quelle: lavalink.com)



Militärische Anwendungen (Quelle: atacwireless.com)



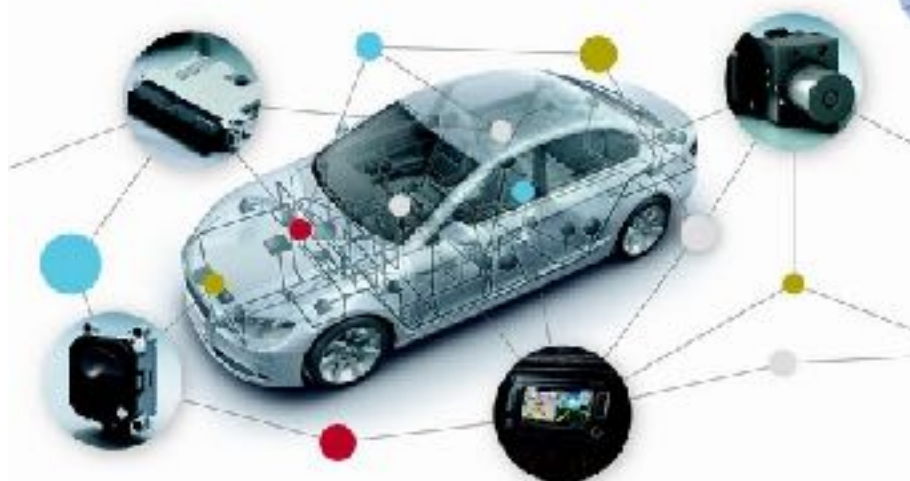
Wireless Mesh
Network
(Quelle: Freifunk)

Vernetzung in, von und zwischen Fahrzeugen

- Vehicular Networks: Vernetzung von Fahrzeugen untereinander (V2V, Car-2-Car), mit Infrastruktur (V2X, Car-to-X)
- In-Car-Networks: Vernetzung im Auto: CANbus, Flexray, Automotive Ethernet

Connected Car

(Quelle: sasken.com)



Vernetzung im Fahrzeug

(Quelle: Bosch)

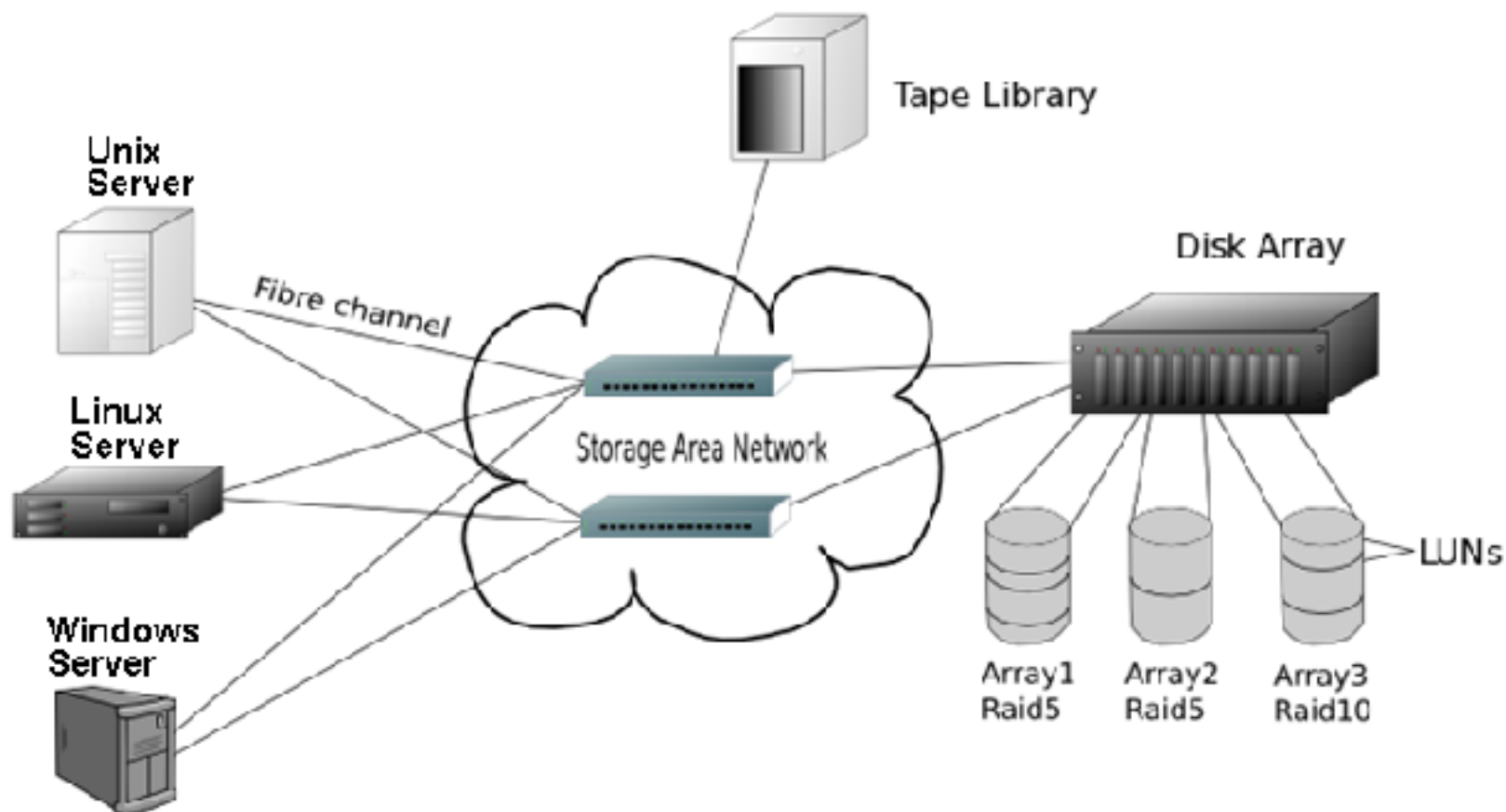


Vernetzung zwischen Fahrzeugen

(Quelle: US Department of Transportation)

SAN: Storage Area Network

- Spezielles Netzwerk zur Verbindung von Servern mit Speicher-Systemen



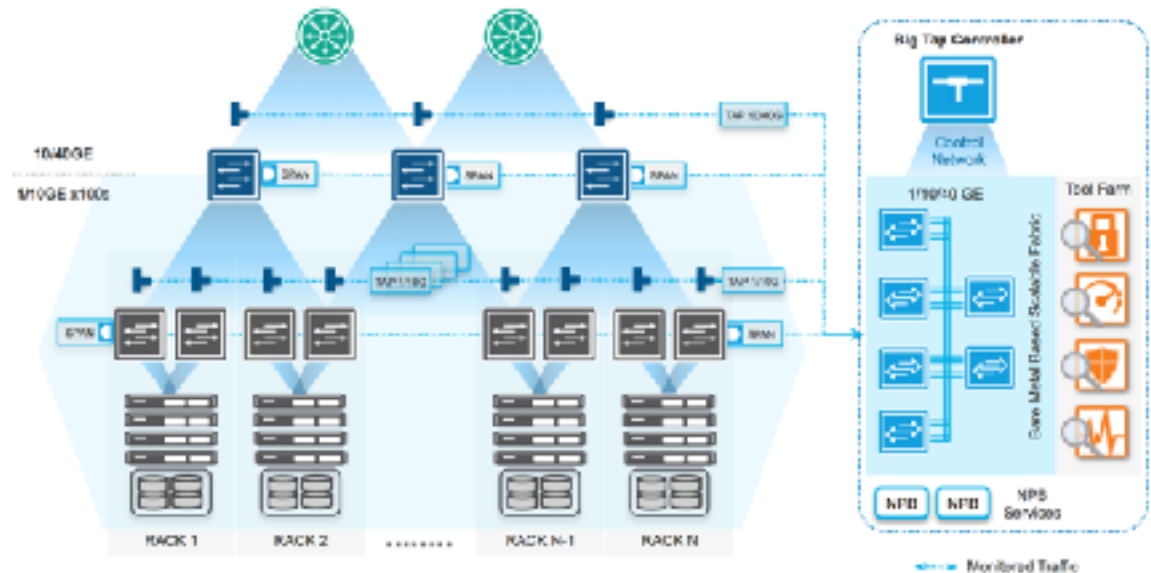
Extreme LANs: Datacenter-Netze

- Vernetzung von 10000 oder mehr Servern in einem Data-Center
- Hierarchisch strukturierter Netzaufbau basierend auf Ethernet



Racks in einem DataCenter

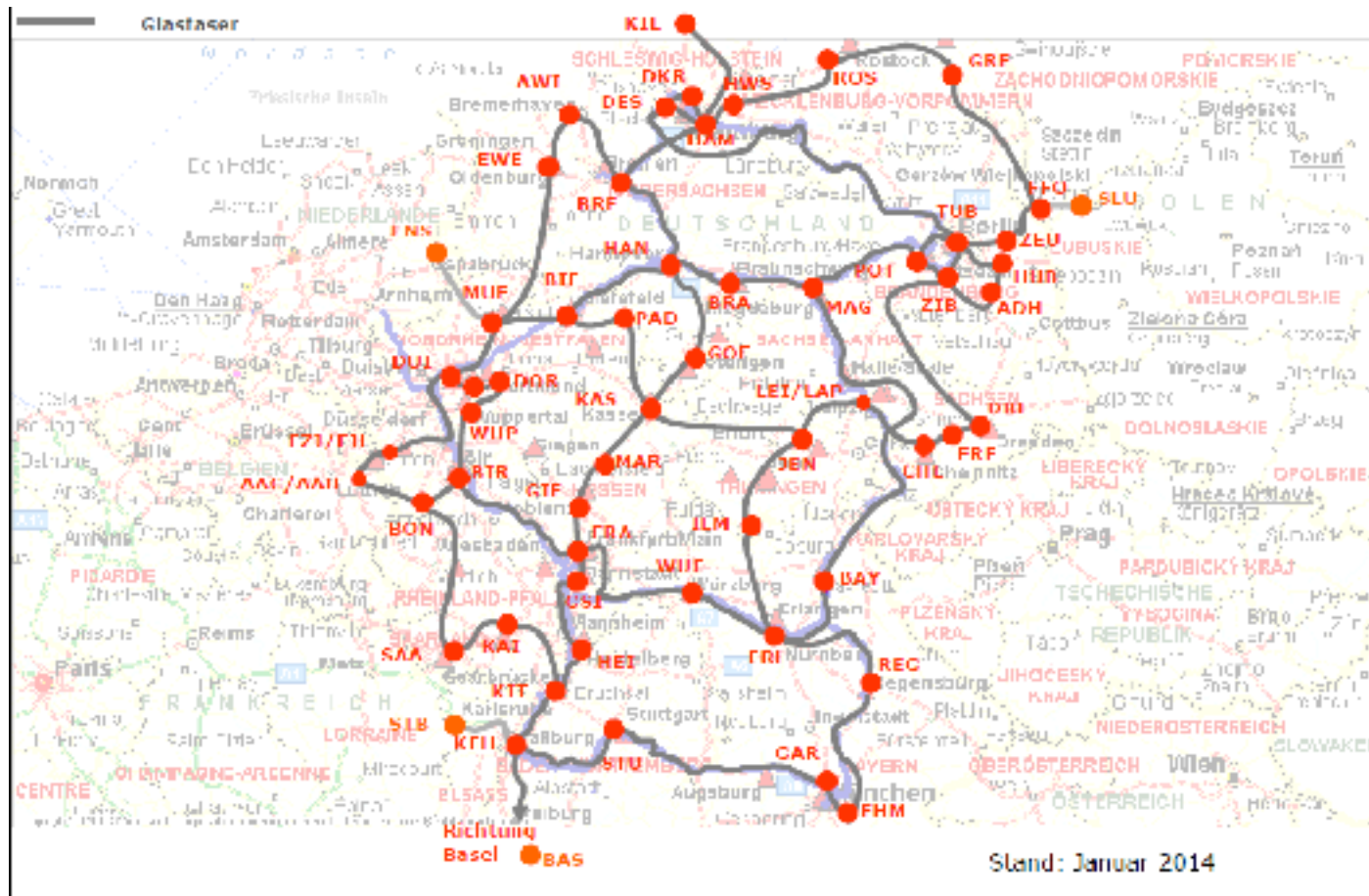
(Quelle: google.com)



Netzstruktur eines Data Centers

(Quelle: bigswitch.com)

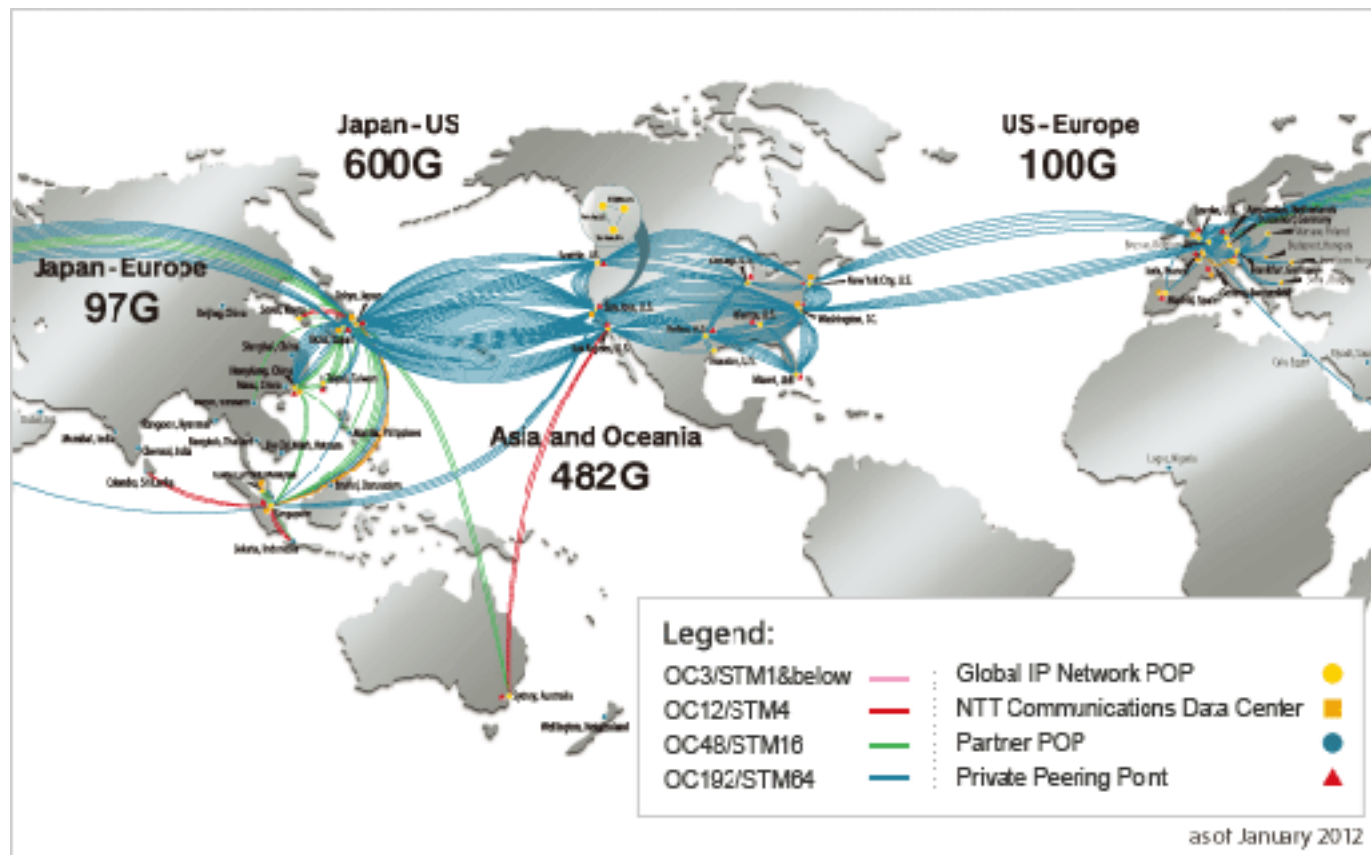
- Ausdehnung: Regional, national, international, global
- Große Firmennetze, Netzbetreiber, Forschungsnetze



Deutsches
Forschungsnetz
(Quelle: DFN)

Wide Area Networks

Internationale Vernetzung von NTT als Beispiel des Netzes eines globalen Transportnetzbetreibers



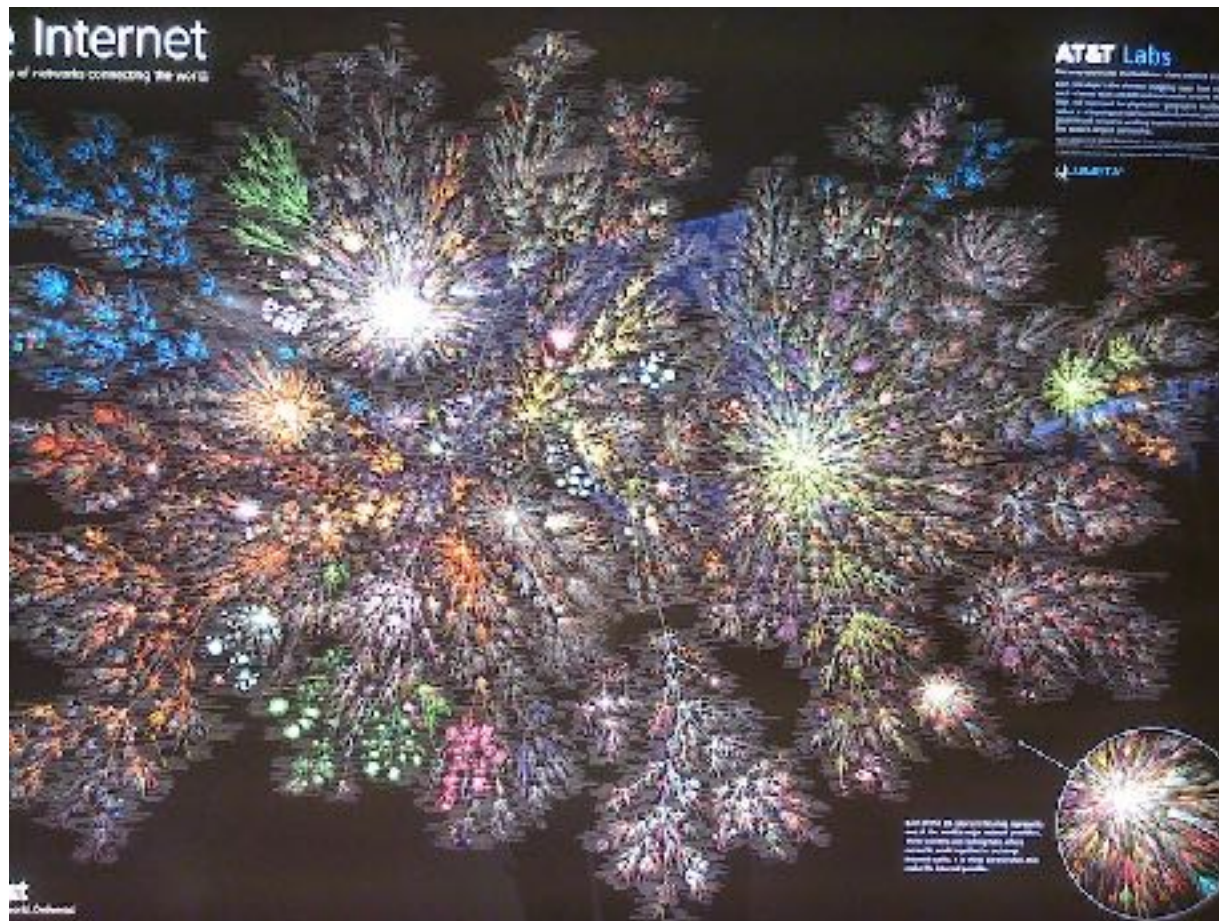
Quelle: www.ntt.com

- Mobiltelefonie
- Drahtloser Internetzugang mit nahtloser Mobilität
- Digitale Mobilfunkstandards von 2G (GSM) bis 5G (New Radio)



- Übersicht Kapitel 1
 - 1.1 Arten von Rechnernetzen
 - **1.2 Das Internet: Aspekte und Zahlen**
 - 1.3 Zusammenfassung

Das Internet: das Netz der Netze



Verbund von Rechnernetzen

Informations- / Datenaustausch über Internetprotokolle (TCP/IP)

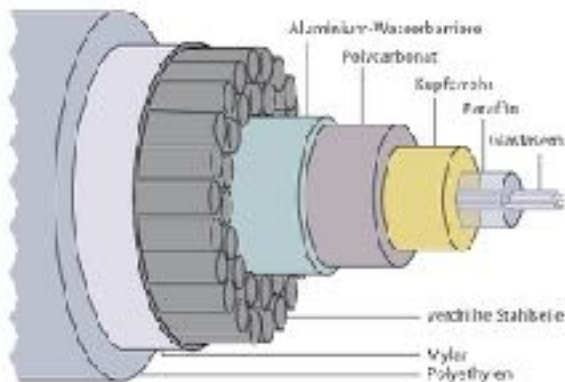
IT-Wissen: Das Internet ist der weltweit größte **Netzverbund**, der jedem Teilnehmer eine nahezu grenzenlose Informations- und Kommunikationsinfrastruktur zur Verfügung stellt. Es handelt sich um ein dezentral organisiertes, **globales Rechnernetz**, das aus sehr vielen miteinander verbundenen lokalen und nationalen Netzen besteht. Der **Informationsaustausch** zwischen den einzelnen Rechnern erfolgt auf der Grundlage von verschiedenen Protokollen, von denen TCP/IP die am meisten benutzten **Transportprotokolle** sind.

Wikipedia: Das Internet (von englisch internetwork, zusammengesetzt aus dem Präfix inter und network ‚Netzwerk‘ oder kurz net ‚Netz‘), umgangssprachlich auch Netz, ist ein **weltweiter Verbund von Rechnernetzwerken**, den Autonomen Systemen. Es ermöglicht die Nutzung von Internetdiensten wie WWW, E-Mail, Telnet, Usenet und FTP. Dabei kann sich jeder Rechner mit jedem anderen Rechner verbinden. Der **Datenaustausch** zwischen den über das Internet verbundenen Rechnern erfolgt über die technisch normierten **Internetprotokolle**. Die Technik des Internets wird durch die RFCs der Internet Engineering Task Force (IETF) beschrieben.

- Internet als World Wide Web: Vernetzung von Inhalten
 - Internet als Rechnernetz: Vernetzung von Geräten
-
- Globale Vernetzung von
 - Geräten / Rechnern / Computern
 - Informationen
 - Menschen
 - Maschinen
 - Globaler Zugriff auf
 - Inhalte
 - Informationen
 - Anwendungen und Dienste
 - Dinge
 - Maschinen

Das physikalische Internet

- Verbindungen über Kabel und Funk (terrestrisch und Satellit)
- Glasfaserkabel (optische Übertragung), Kupferkabel (elektrische Übertragung)



Unterseekabel

Quelle: heise.de



Glasfaserkabel

Quelle: computerworld.ch



Glasfaserkabel verlegen

Quelle: leyrer-graf.at



RJ (Registered Jack) Stecker und Patchkabel

(Quelle: Wikipedia)



Sendemast

(Quelle: Wikipedia)



Internet via Satellit

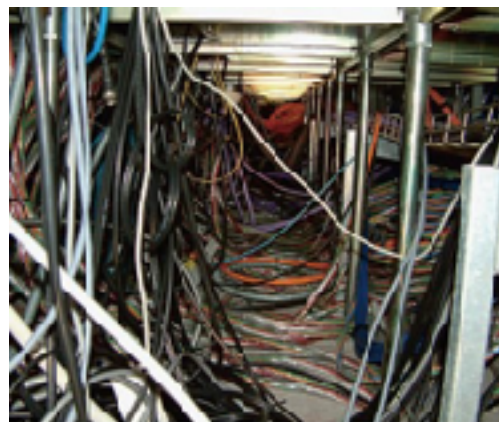
(Quelle: flatratevergleich.com)

Beispiele strukturierter Verkabelung



in Delhi, Indien

Quelle: geo.de



in Serverräumen

Quelle: computerwoche.de

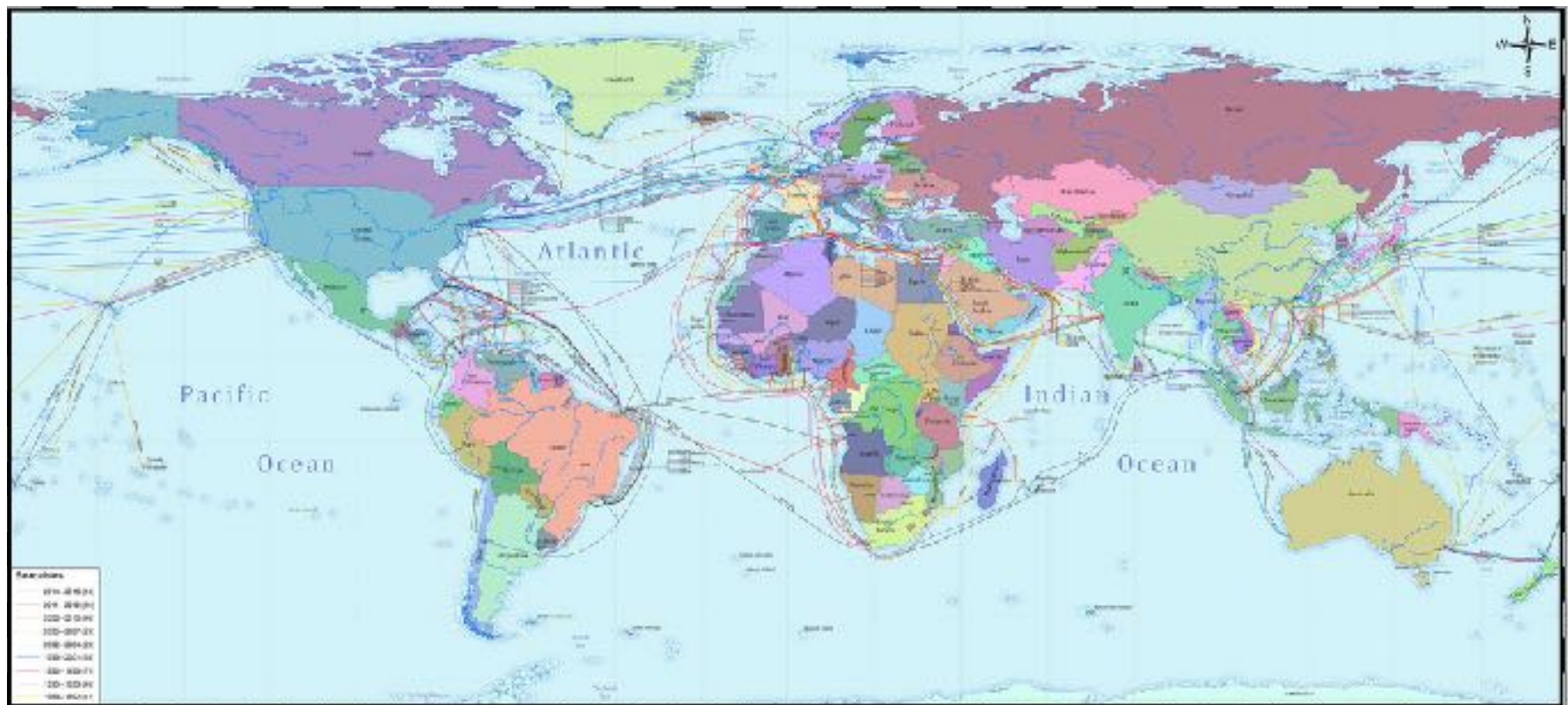


in Beirut

Quelle: Vorlesung Prof. Carle, LMU

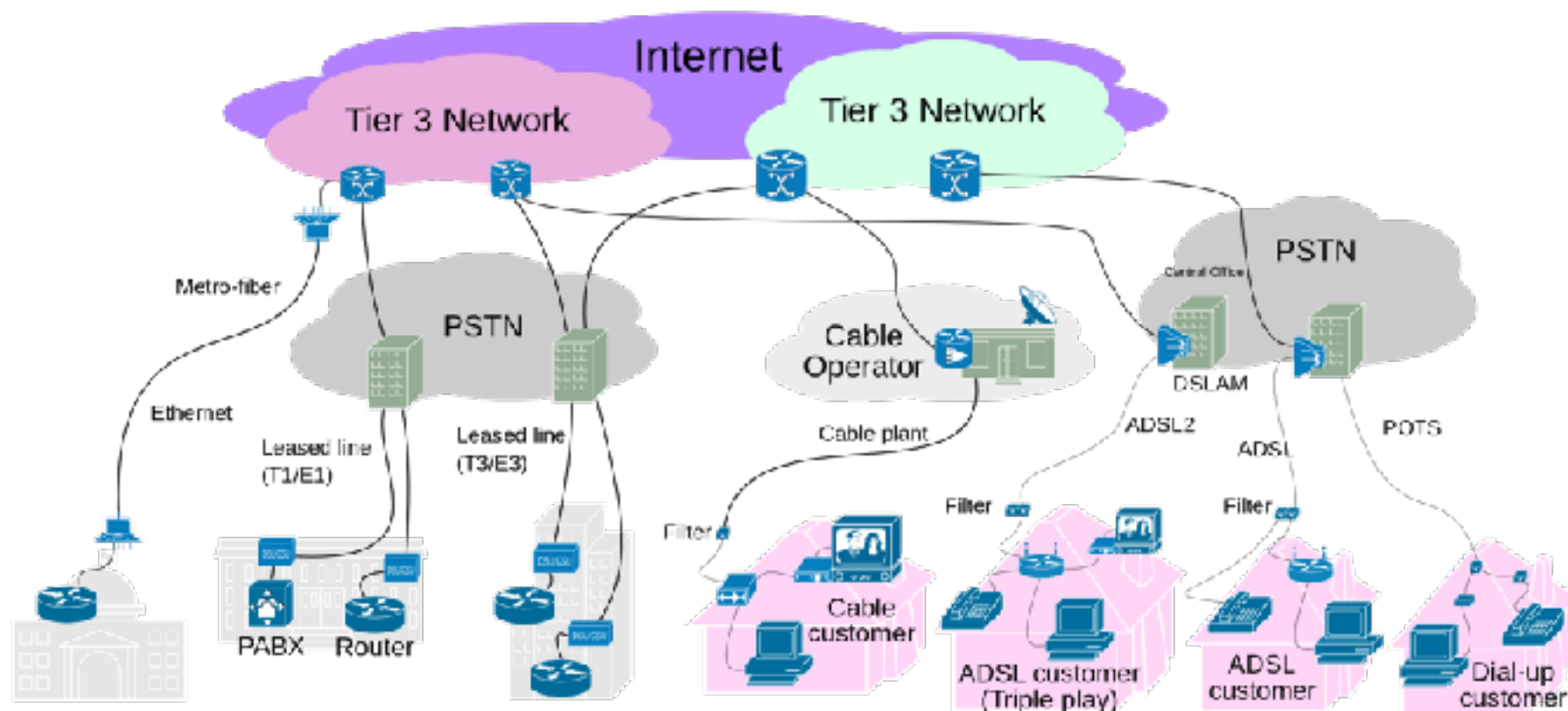
Das physikalische Internet - Unterseekabel

- Hauptstränge zwischen Europa (UK, NL) und den USA sowie zwischen Asien (Japan, Korea) und den USA



Das logische Internet

Das Internet ist hierarchisch aus vielen unterschiedlichen Teilnetzen aufgebaut (mehr in Laufe der Vorlesung)

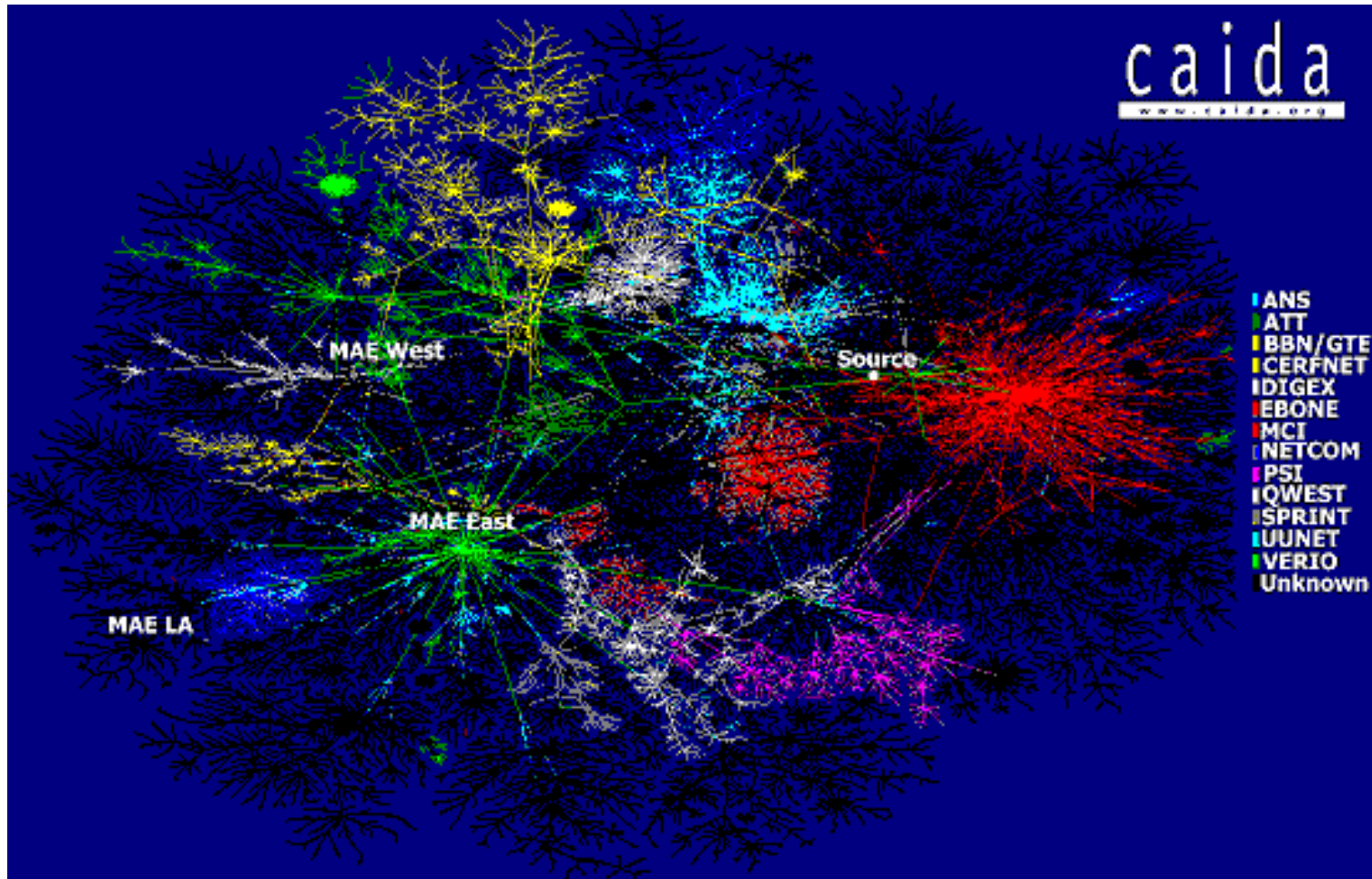


PSTN: Public Switched Telephone Network

Quelle: Wikipedia

Visualisierung des Internets

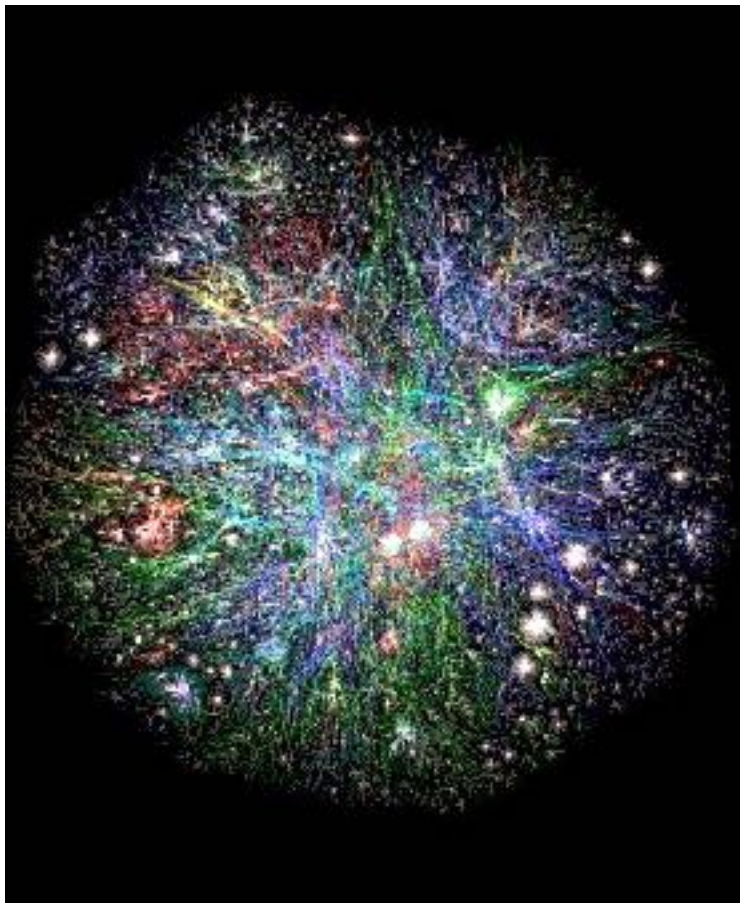
- Darstellung der Struktur des Internets aus Sicht eines Rechners
- CAIDA: US Forschungseinrichtung zur Messung des Internet



Farbliche
Unterscheidung
der Netze
verschiedener
Netzbetreiber
(Operator)

Vernetzung von Informationen: World Wide Web

Das World Wide Web (WWW) vernetzt Informationen mittels HTML (Hyper Text Markup Language), die über das Protokoll HTTP (Hyper Text Transfer Protokoll) übertragen werden



Vernetzung von Web-Seiten

Quelle: bordalierinstitute.com



Tim Berners-Lee: Erfinder des WWW

Quelle: Wikipedia

Entwicklung der Internet-Giganten



Quelle: <https://www.visualcapitalist.com/20-internet-giants-rule-web/>

Dynamische Entwicklung: <https://www.internetworld.de/sonstiges/internet/die-populaersten-webseiten-von-1996-bis-2019-2268537.html>

Starke Vernetzung von „Dingen“ erwartet
Machine-to-Machine Communication (M2M)



Internet-Toaster



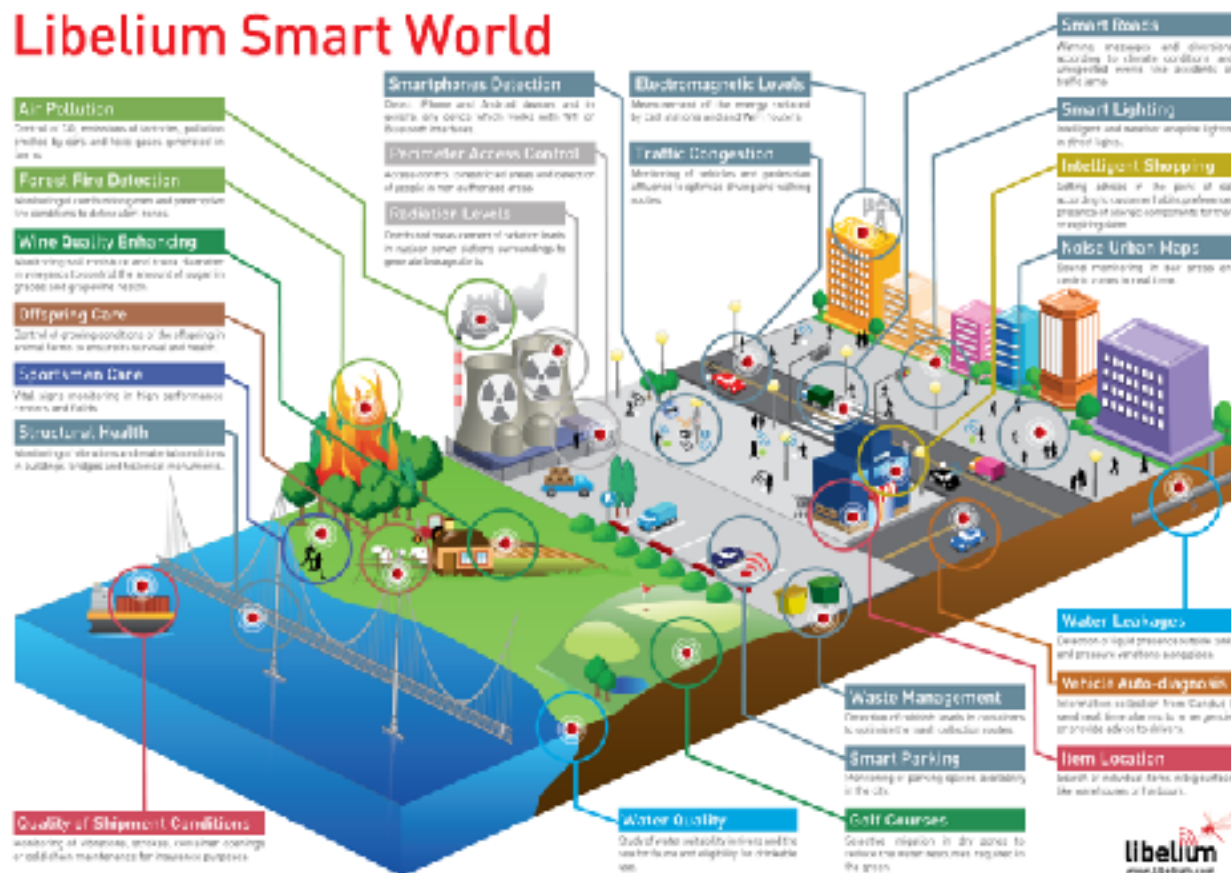
Internet-Kaffemaschine gibt's wirklich

RFC 2324: Hyper Text Coffee Pot Control Protocol (HTCPCP/1.0)



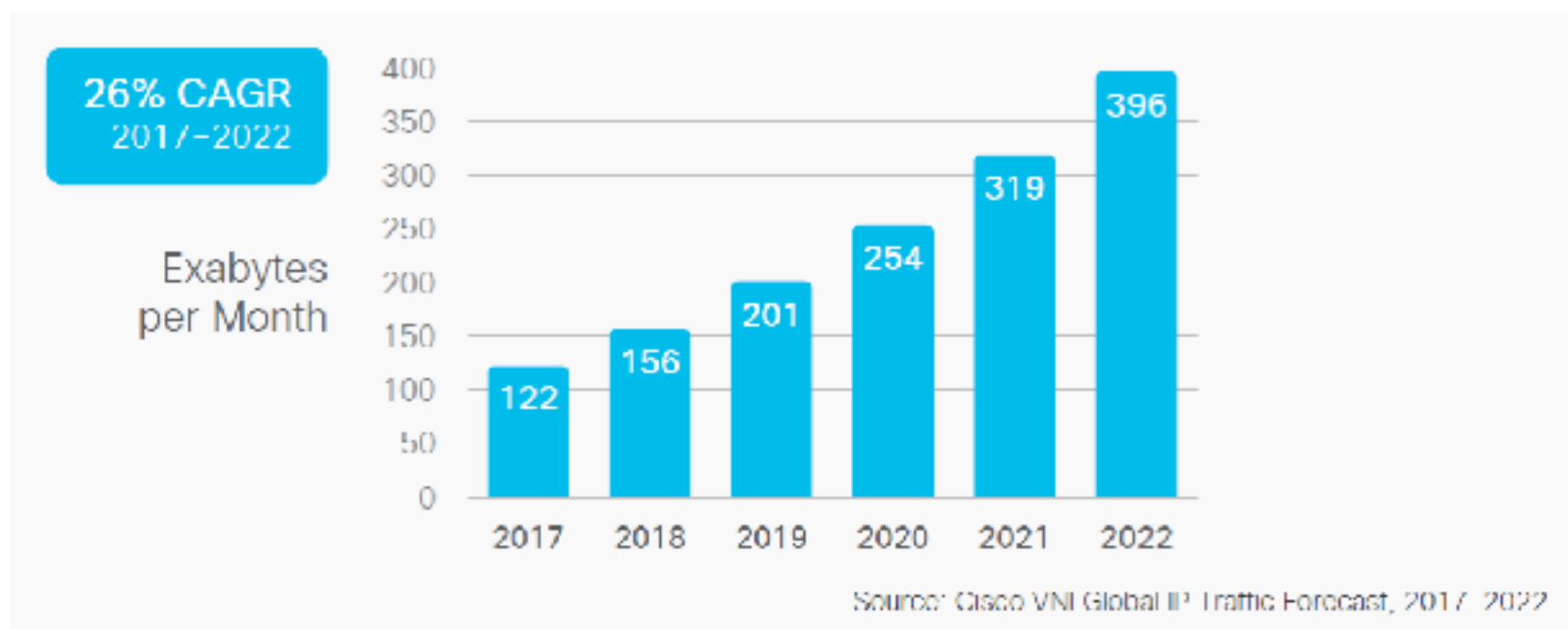
Wearable Devices sind ein Trend

Sensoren und Aktoren verbinden die physikalische Welt mit dem Internet



Entwicklung des globalen Internet Verkehrs

- Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022
- Trend bestätigt, Wachstum sogar stärker als angenommen
- neue Prognose: 26% Wachstum pro Jahr

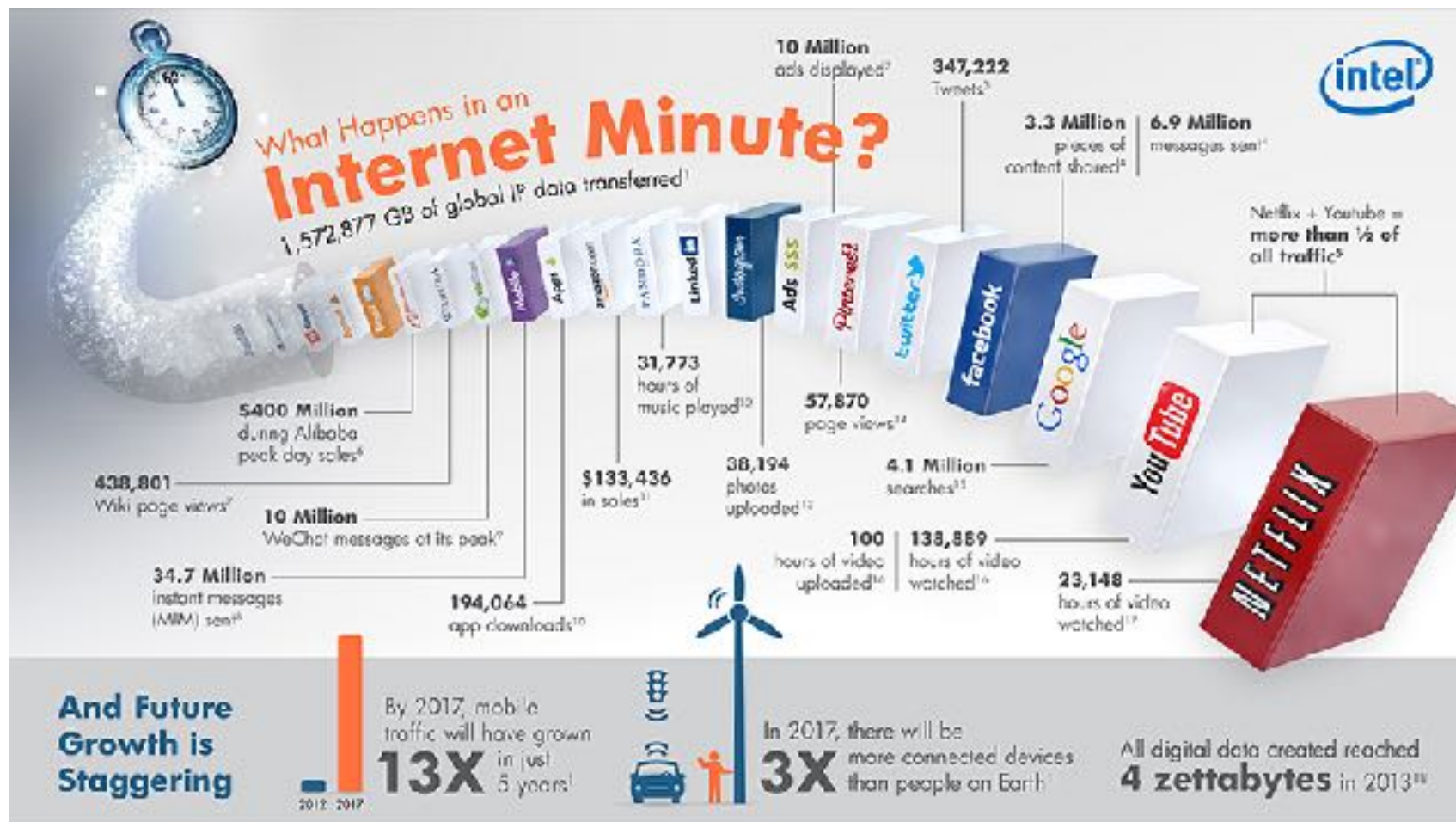


Was in einer Inter-Minute passiert



Was in einer Inter-Minute passiert

- Sammlung verschiedene Messdaten, unter anderem Cisco
- Veranschaulichen der Internetdienste und Inhalte



Was in einer Inter-Minute passiert

2018 This Is What Happens In An Internet Minute

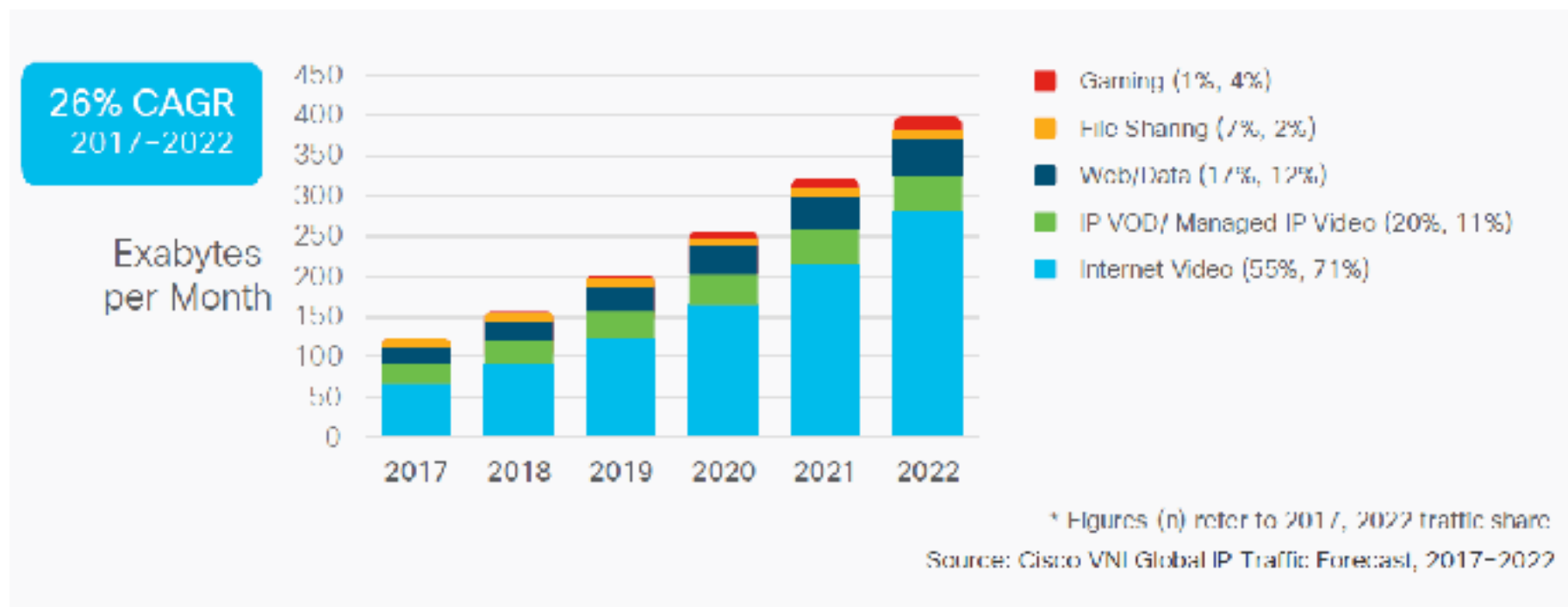


2019 This Is What Happens In An Internet Minute



Internetverkehr nach Anwendungen

- Trend zu Internet Video als dominierender Verkehrsart bestätigt bzw. sogar stärker als erwartet
- Anteil anderer Verkehr weiterhin abnehmend
- Gaming-Verkehr als neue stark wachsende Verkehrskategorie





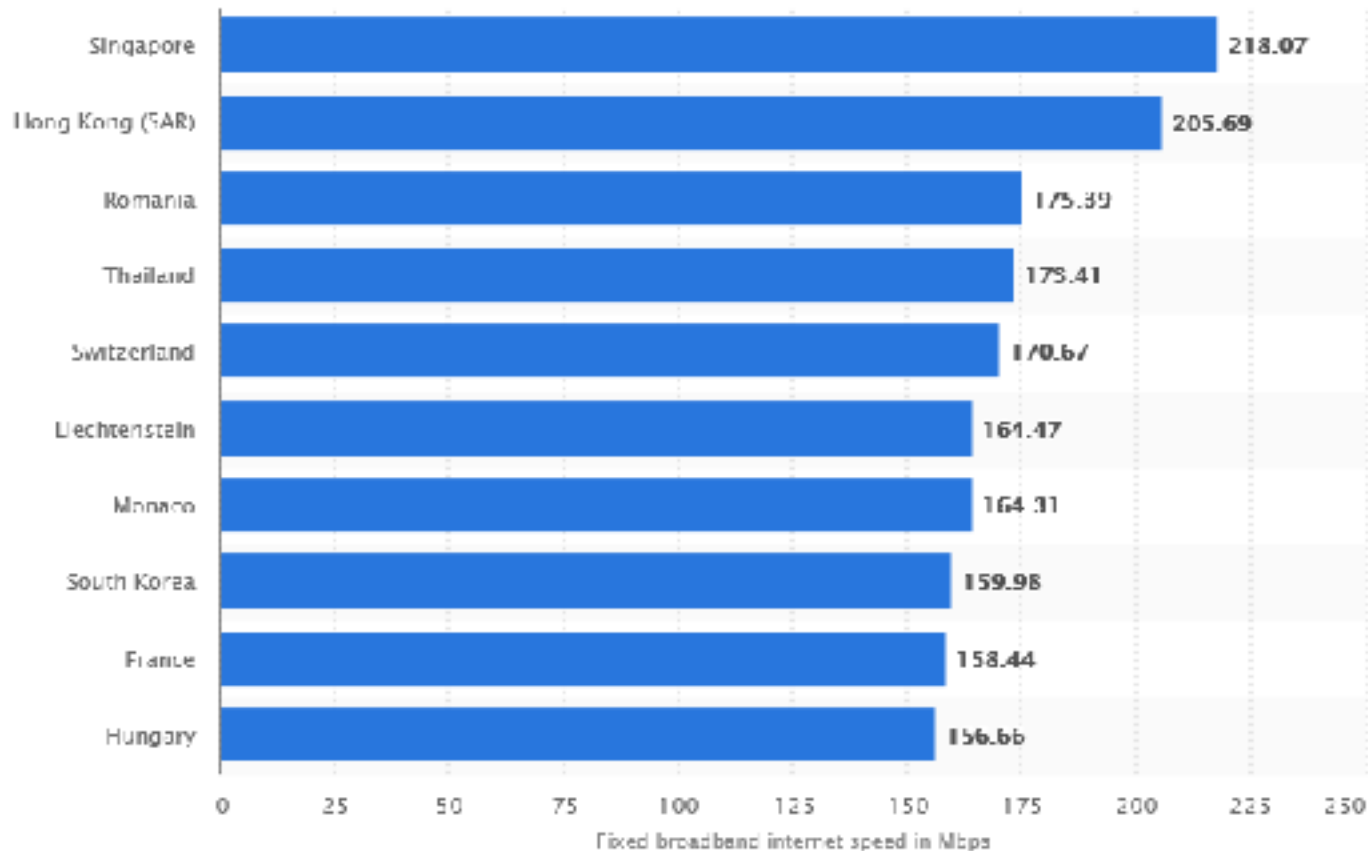
Mittlere Zugangsrate in verschiedenen Regionen

Korea, Japan und Schweden sind führend aufgrund einer weiten Verbreitung von optischen Breitbandzugängen

Region	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR (2017–2022)
Global	39.0	45.9	52.9	60.4	67.9	75.4	14%
Asia Pacific	46.2	62.8	79.4	87.5	92.7	98.8	16%
Latin America	11.7	15.7	19.7	22.0	25.0	28.1	19%
North America	43.2	56.6	70.1	79.6	87.9	94.2	17%
Western Europe	37.9	45.6	53.2	60.8	68.4	76.0	15%
Central and Eastern Europe	32.8	35.0	37.2	40.8	43.7	46.7	7%
Middle East and Africa	7.8	9.7	11.7	15.7	17.6	20.2	21%

Source: Cisco VNI, 2018.

Countries with the fastest average fixed broadband internet speeds as of August 2020

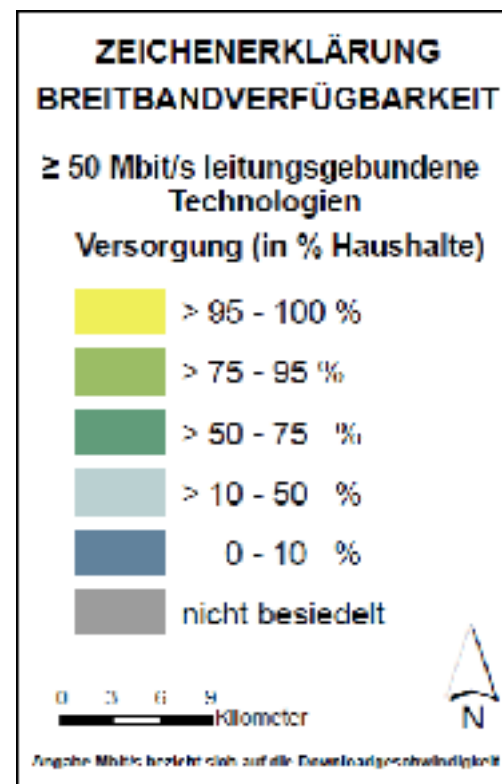
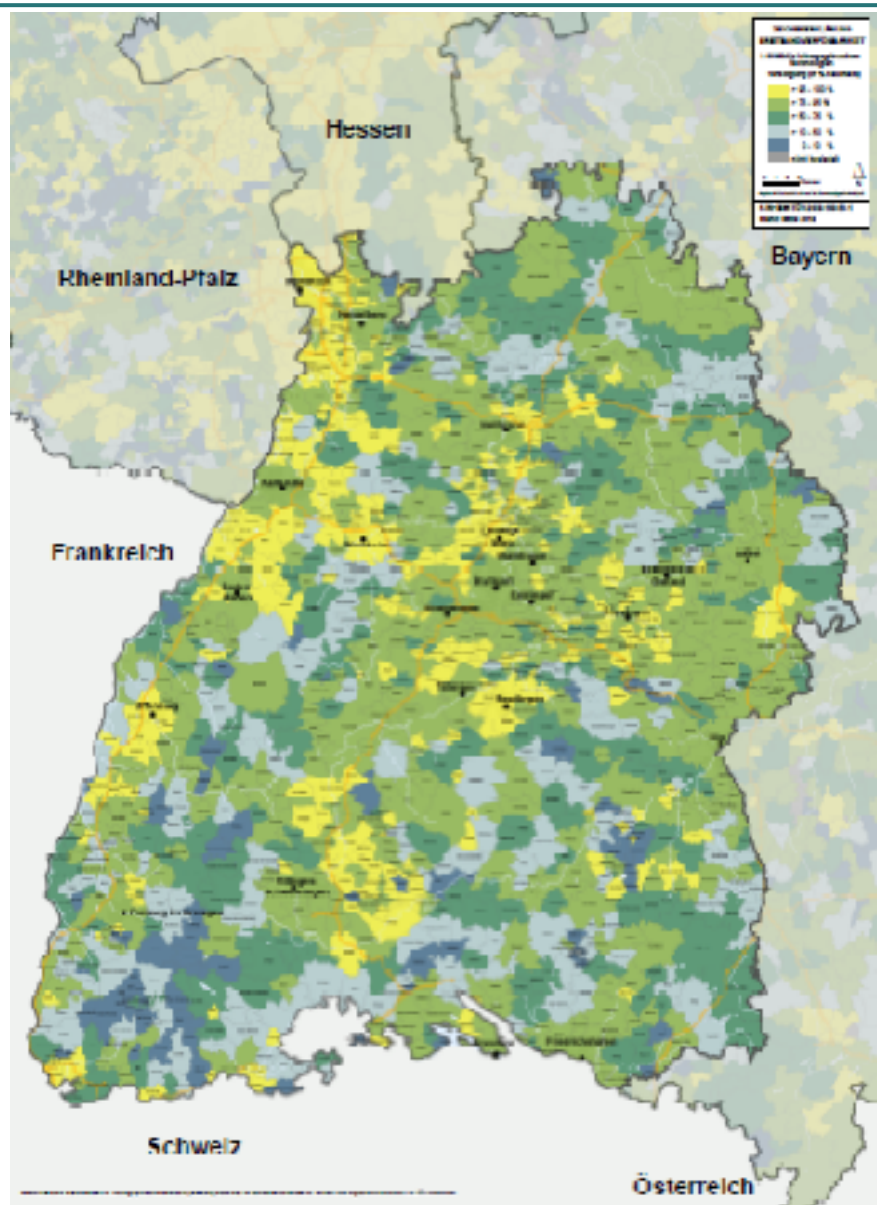


Details: Worldwide; August 2020

© Statista 2020

<https://www.speedtest.net/global-index>

Breitbandatlas Baden-Württemberg



<https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Breitbandausbau/Breitbandatlas-Karte/start.html>



aktuell

- Übersicht Kapitel 1
 - 1.1 Arten von Rechnernetzen
 - 1.2 Das Internet: Aspekte und Zahlen
 - **1.3 Zusammenfassung**

Zusammenfassung

Netz der Netze: Das Internet besteht aus vielen heterogenen Teilnetzen

Netz der Anwendungen: Das Internet überträgt viele Anwendungen mit sehr unterschiedlichen Anforderungen

- Vernetzung von Information: WWW und soziale Netze

Das Internet: Grundlage ist der (HTTP)/TCP/IP Protokollstack

