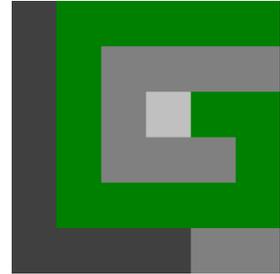


# TRENDS IN DER IT

## Kapitel 9 Entwicklung der Netze

### Das Update für Experten



1

## Konvergenz der Netze

- Sprachnetz und LAN
  - im LAN durch Ethernet-Switching
  - im WAN durch MPLS
- Drei Möglichkeiten
  - zwischen Standorten
  - über Provider/TK-Anlage
  - über das Internet (Skype)

• **IPv6 ermöglicht neue Möglichkeiten und TK-Anbieter**

2

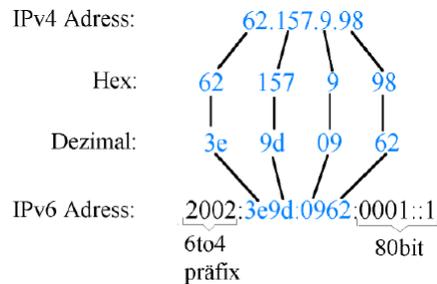
# Netzwerktechnologie

- **Ethernet, Ethernet, Ethernet...**
  - 10-Gigabit-Ethernet auch über Kupfer
  - 40-Gigabit-Ethernet auf Glasfaser
- ATM und DQDB
  - wenig Bedeutung
- FDDI
  - wird nicht weiterentwickelt
- Token Ring
  - wird nicht weiterentwickelt

3

# IPv6

- 128 Bit Adressen
  - 1234:0000:0000:0000:0000:0000:1234 -> 1234:0:0:0:0:0:1234 -> 1234::1234
  - 0:0:0:0:0:0:C206:A17E -> ::194.6.161.126
- Verschlüsselung und Authentisierung
- QoS (Quality of Service)
  - 8 Prioritäten



- google.com = 2001:4860:a003::68
- 2001: ist eine gültige IPv6 Adresse und 2002: ist eine Tunneling Adresse

4

## 802.11 Wireless LAN (WLAN)



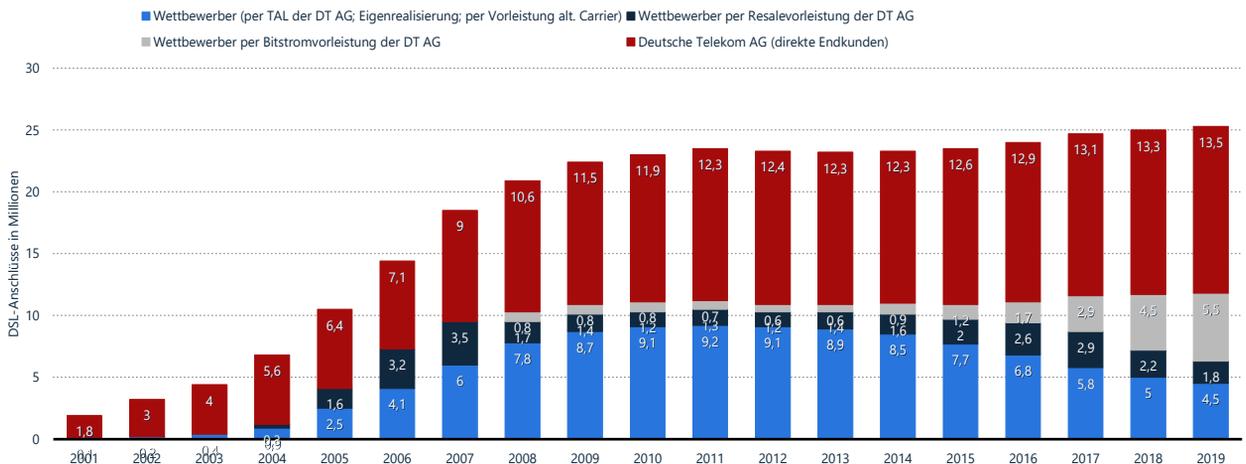
- 802.11a
  - 54 Mbit/s bei 5 GHz mit 8 Kanälen, 30 mW
- 802.11b
  - 11 Mbit/s bei 2,4 GHz mit 8 Kanälen, 100 mW
- 802.11g (erweitert 802.11b)
  - 54 Mbit/s bei 2,4 GHz mit 3 Kanälen, 100 mW
- 802.11h (erweitert 802.11a)
  - 54 Mbit/s bei 5 GHz mit 8 Kanälen, 200 mW
- **802.11n** (erweitert 802.11b+g – 300/600 Mbit/s)
  - 300/600 Mbit/s bei 2,4 GHz und 5 GHz (seit 12.09.2009 verabschiedet)
- **802.11ac** (bis zu 1,3 Gbit/s möglich – 5 GHz)
- 802.11ad (bis zu 7 Gbit/s möglich – 60 GHz)
- **802.11ax** (bis zu 11 Gbit/s pro Client möglich – 5 GHz)



5

## Öffentliche Netze mit DSL – die Nummer 1

Anzahl der DSL-Anschlüsse in Deutschland nach Wettbewerber bis 2019



Quelle: Bundesnetzagentur Jahresbericht 2019 – 04/2020

6

## Öffentliche Netze



- Powerline
  - mehrere Nutzer teilen sich die Bandbreite
  - nicht von EU standardisiert => hohes Investitionsrisiko
- **Kabelmodem (nach DSL höchste Verbreitung)**
  - Deregulierung nicht weit genug fortgeschritten
- Satellit
  - mehrere Nutzer teilen sich Bandbreite
  - noch sehr langsam und teuer
  
- **LTE gehört die Zukunft**

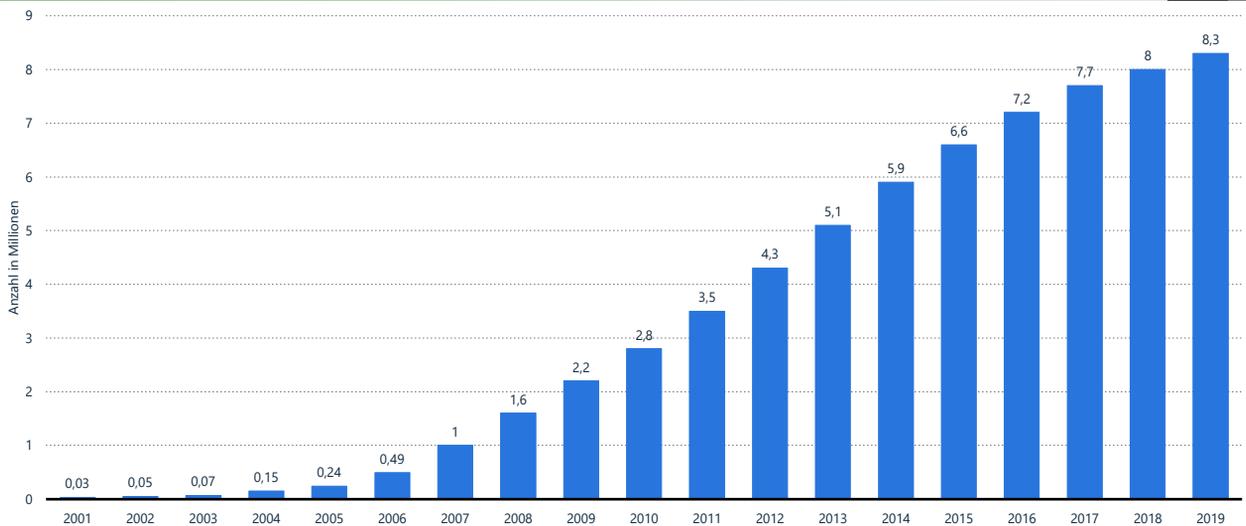
© Lars Gerschau, Oktober 20

Entwicklung der Netze

Folie: 7

7

## Anzahl der Internetzugänge über Kabel-TV-Netze in Deutschland von 2001 bis 2019 (in Millionen)



Quelle: Bundesnetzagentur Jahresbericht 2019 – 04/2020

© Lars Gerschau, Oktober 20

Entwicklung der Netze

Folie: 8

8

## Mobile Daten – die Generationen



- **2G** – GPRS (General Packet Radio Services)
  - 56–114 Kbit/s
- **2,5 G** – EDGE
  - 384 Kbit/s (Enhanced Data for GSM Evolution)
- **3G** – UMTS (Universal Mobile Teleco System)
  - 2 Mbit/s, verfügbar seit 2004, Frequenz 1980–2010 Megahertz
- **3,5 G** – HSDPA/HSUPA/HSPA
  - bis zu 42,2 Mbit/s
- **4G** – LTE (Long Term Evolution)
  - bis zu 500 Mbit/s (Providerabhängig – Telekom 300, Vodafone 500 und Telefónica 225)
  - verfügbar seit 2000, Frequenzen in Europa 800, 900, 1800 und 2600 Megahertz
- **4,5 G** – LTE Advanced
  - bis zu 1 Gbit/s
- **5 G**
  - 150 Kbit/s bis 10 Gbit/s
  - verfügbar ab 2020

## 5G basiert auf die LTE-Technologie in neuen Frequenzbereiche



- LTE 5 Lizenzen für 6,5 Milliarden verkauft (06/2019)

- United-Internet-Konzern (1&1)
- Deutsche Telekom
- Telefónica
- Vodafone

Kosten	2 GHz Band		3,6 GHz Band		
1&1	1,070 Mrd. €	2x10 MHz	335 Mio. €	50 MHz	0,735 Mrd. €
Telekom	2,175 Mrd. €	4x10 MHz	852 Mio. €	90 MHz	1,323 Mrd. €
Telefónica	1,425 Mrd. €	2x10 MHz	381 Mio. €	70 MHz	1,044 Mrd. €
Vodafone	1,880 Mrd. €	4x10 MHz	807 Mio. €	90 MHz	1,073 Mrd. €
Summe	6,550 Mrd. €				

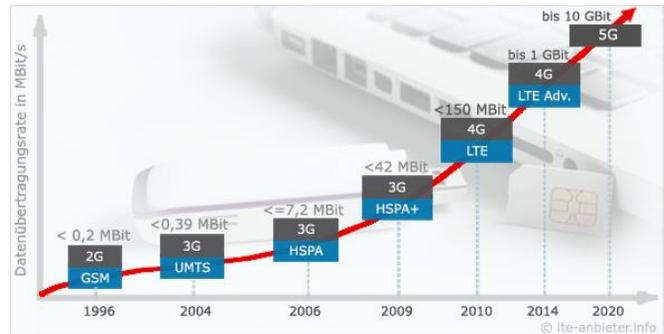
- Datenraten bis zu 10/20 Gbit/s
- Nutzung höherer Frequenzbereiche über 3.7 Gigahertz bis 24 GHz
- Erhöhte Frequenzkapazität und Datendurchsatz
- Echtzeitübertragung, weltweit 100 Milliarden Mobilfunkgeräte gleichzeitig ansprechbar
- Latenzzeiten von unter 1 ms
- Kompatibilität von Maschinen und Geräten
- Verbraucher benötigen neue Endgeräte



## So schnell surfen Sie maximal:



Mobilfunk-Technologie	Geschwindigkeit	Mobilfunk-Generation
GPRS	53,6 Kbit/s	<b>2G</b>
EDGE	384 Kbit/s	2.5G
UMTS	2 Mbit/s	<b>3G</b>
HSDPA	7,2 Mbit/s	3.5G
HSDPA+	14,4 Mbit/s	3.5G
HSPA	21,6 Mbit/s	3.5G
HSPA+	42 Mbit/s	3.5G
<b>LTE (4G)</b>	<b>500 Mbit/s</b>	<b>4G</b>
LTE Advanced	1 Gbit/s	4.5G
5G	150 Kbit/s bis 10 Gbit/s	<b>5G</b>



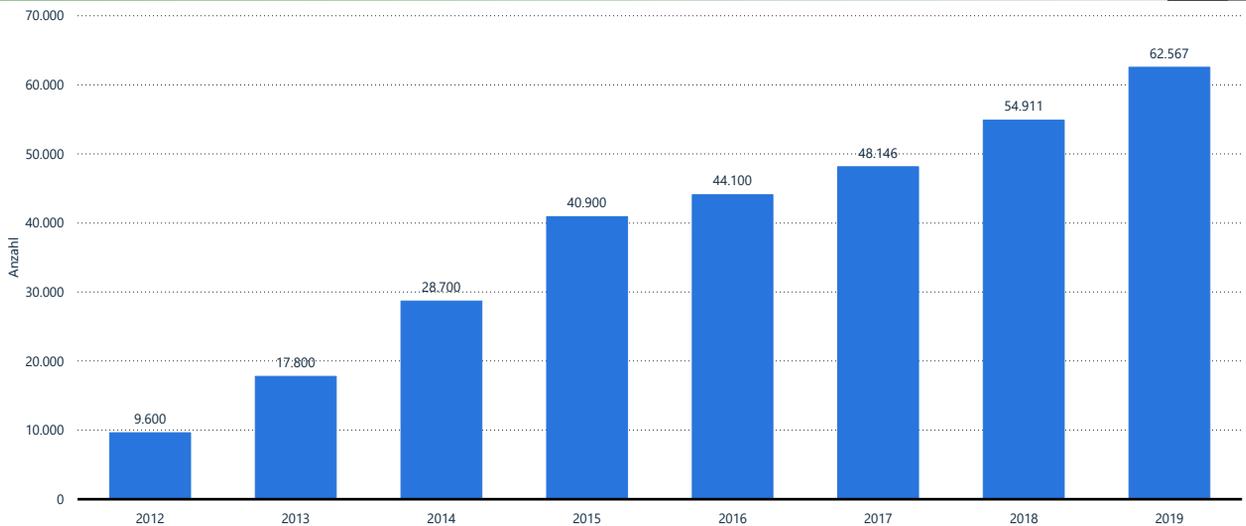
© Lars Gerschau, Oktober 20

Entwicklung der Netze

Folie: 11

11

## Anzahl der LTE-Basisstationen in Deutschland in den Jahren 2012 bis 2019



Quelle: Bundesnetzagentur Jahresbericht 2019 – 04/2020

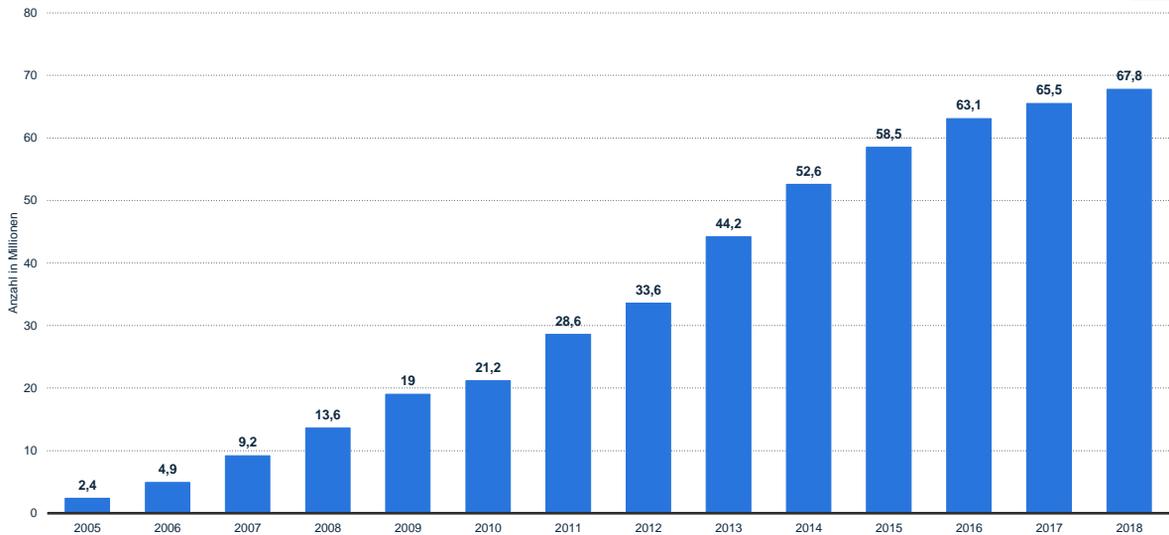
© Lars Gerschau, Oktober 20

Entwicklung der Netze

Folie: 12

12

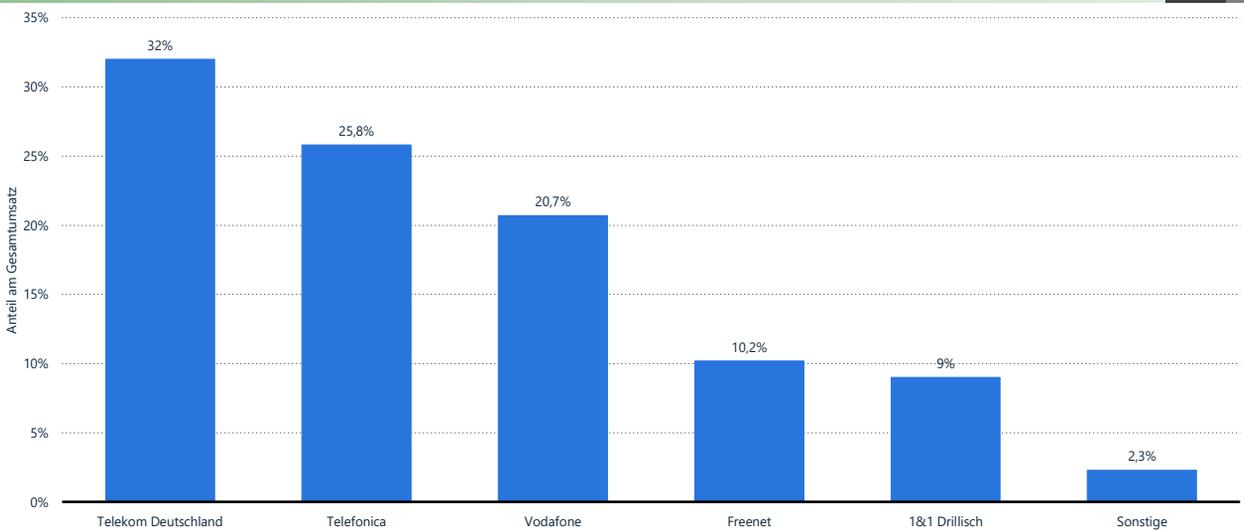
## Anzahl der SIM-Karten in UMTS-/ LTE-fähigen Geräten in Deutschland von 2005 bis 2018 (in Millionen)



Quelle: Bundesnetzagentur Jahresbericht 2018 – 05/2019

13

## Umsatzanteile der Netzbetreiber und Provider im deutschen Mobilfunkmarkt 2019



Quelle: VATM; Dialog Consult

14