

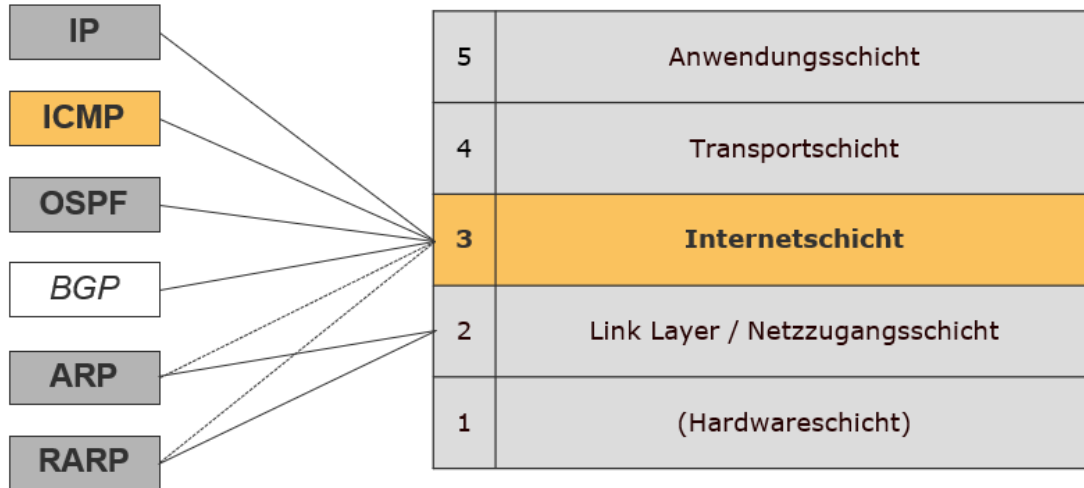
Internetworking – Weitere wichtige Protokolle ICMP, ARP, DHCP



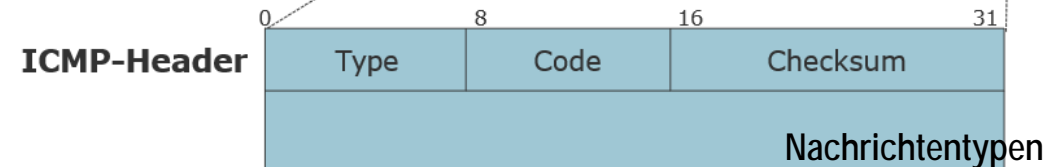
STUDIEREN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien

TCP/IP Protokollschichten



Datenformat von ICMP Nachrichten:



Nachrichtentypen

0	Echo Response
3	Ziel nicht erreicht
4	Senderate drosseln
5	Route ändern
8	Echo Request
9	Router Bekanntmachung
10	Suche nach einem Router
11	Lebenszeit eines IP-Datagramms überschritten
13	Timestamp-Anforderung
14	Timestamp-Antwort
17	Abfrage Subnetzmaske

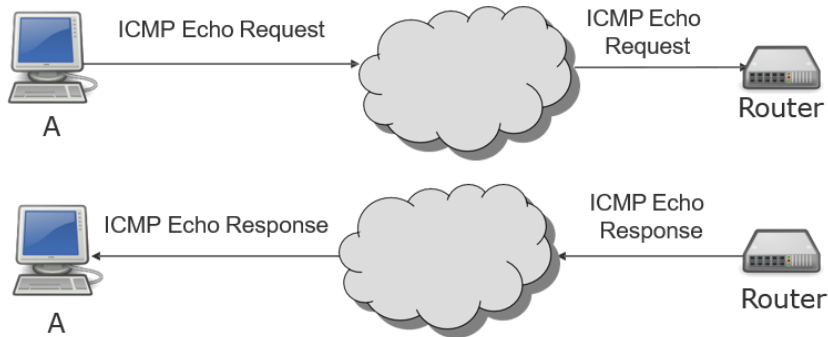
ICMP - Internet Control Message Protocol (RFC 792 / 1256)

Aufgaben:

- Fehlerdiagnose, z.B. Erreichbarkeitstest via ping
- Aufzeichnung von Zeitmarken
- Erkennen abgelaufener Zeitmarken
- Verwaltung der Routing-Tabellen
- Flusskontrolle, um Überlast an Routern zu vermeiden
- Ermittlung der zulässigen MTU (Maximum Transfer Unit)

ICMP-Nachrichten werden gekapselt in IP-Datagramm (Protokoll-Feld im IP-Header PR=1)

Erreichbarkeit testen - Ping



- Tool zum Testen der Erreichbarkeit von Hosts
- Nutzt die zuvor beschriebene Funktion ICMP Echo Request

```

sh-3.2$ ping 172.16.57.237
PING 172.16.57.237 (172.16.57.237): 56 data bytes
64 bytes from 172.16.57.237: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from 172.16.57.237: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.084 ms
64 bytes from 172.16.57.237: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.069 ms
64 bytes from 172.16.57.237: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.074 ms
^C
--- 172.16.57.237 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.050/0.069/0.084/0.012 ms
  
```

erreichbar

```

sh-3.2$ ping 192.168.2.1
PING 192.168.2.1 (192.168.2.1): 56 data bytes
Request timeout for icmp_seq 0
Request timeout for icmp_seq 1
Request timeout for icmp_seq 2
Request timeout for icmp_seq 3
^C
--- 192.168.2.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
  
```

nicht erreichbar

Route verfolgen - Traceroute

- Tool zum Ermitteln der Zwischenstationen zu einem Ziel-Host
- Nutzt die zuvor beschriebene Funktion ICMP Echo Request
 - Sendet mehrere ICMP-Pakete an den Ziel-Host
 - Setzt initiale TTL = 1 (Time to Live)
 - Zwischenstationen dekrementieren TTL bei jedem Hop und antworten bei TTL = 0 mit „Time to live exceeded in transit“ -> Absender erfährt dadurch die Adresse der Zwischenstation, an der die TTL abgelaufen ist
 - Absender sendet erneut, jedoch mit um 1 erhöhter TTL
 - Wiederholen, bis Ziel erreicht
 - Somit werden alle Zwischenstationen inkrementell ermittelt
- Hinweis: da die Pakete nicht zwangsläufig die gleiche Route nehmen, sollte der Test mehrmals durchgeführt werden

Beispielaufruf für Route zu www.google.de

```

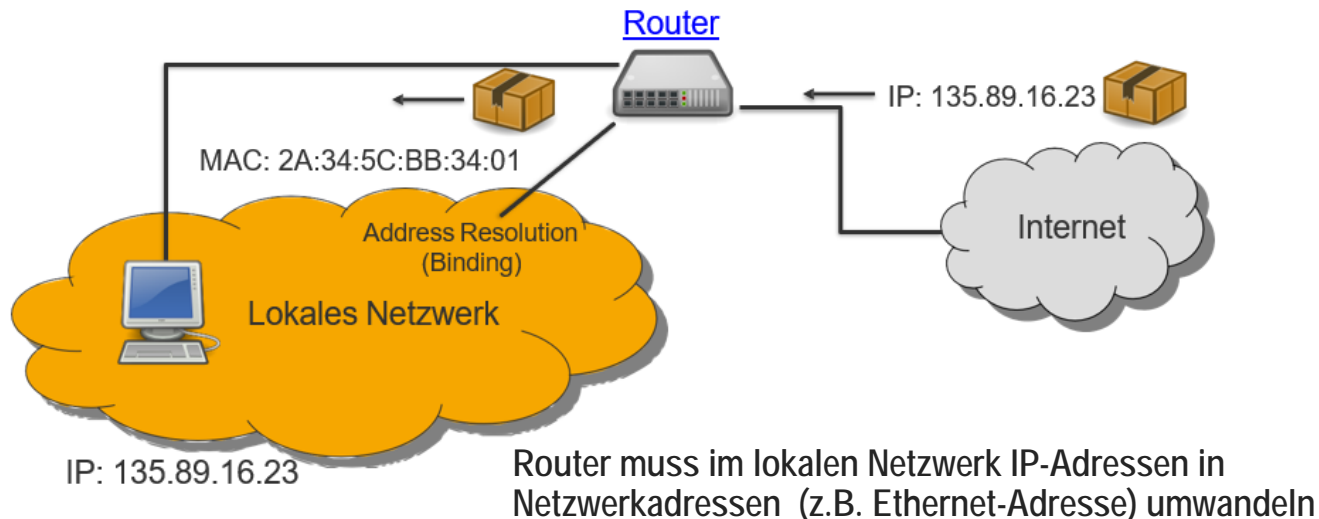
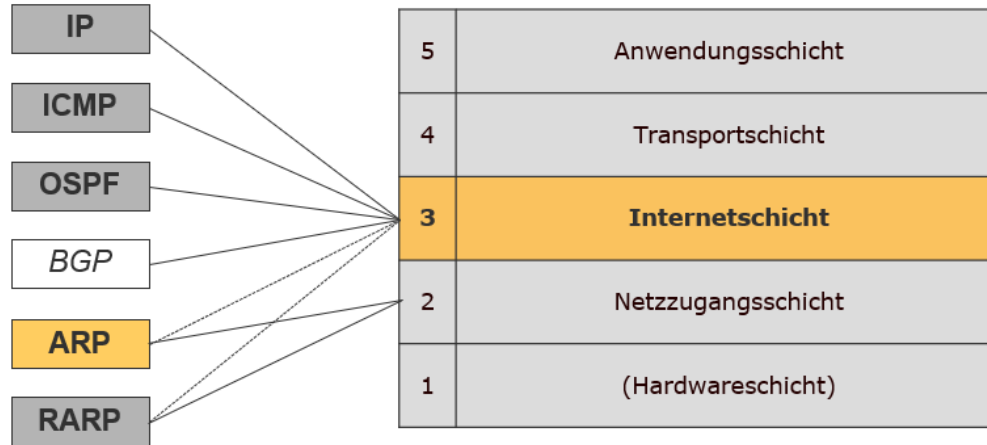
sh-3.2$ traceroute www.google.de
traceroute to www.google.de (172.217.17.227), 64 hops max, 52 byte packets
 1  172.16.56.1 (172.16.56.1)  2.984 ms  2.883 ms  2.837 ms
 2  10.0.4.1 (10.0.4.1)  1.917 ms  1.183 ms  1.234 ms
 3  141.89.226.129 (141.89.226.129)  2.028 ms  2.081 ms  2.111 ms
 4  10.6.2.1 (10.6.2.1)  2.019 ms  1.973 ms  2.027 ms
 5  xr-pot1-te1-3.x-win.dfn.de (188.1.33.149)  2.550 ms  2.798 ms  2.481 ms
 6  xr-pep1-te2-1.x-win.dfn.de (188.1.144.53)  2.811 ms  3.607 ms  2.707 ms
 7  cr-tub2-te0-0-0-7-4.x-win.dfn.de (188.1.146.30)  4.043 ms  3.505 ms  3.510 ms
 8  google.bcix.de (193.178.185.100)  132.496 ms  75.668 ms  77.489 ms
 9  209.85.249.182 (209.85.249.182)  11.881 ms  11.394 ms  10.708 ms
10  72.14.232.25 (72.14.232.25)  10.808 ms  10.727 ms  10.672 ms
11  ber01s08-in-f3.1e100.net (172.217.17.227)  10.023 ms  10.181 ms  10.162 ms
  
```

Zwischen-Stationen

Ziel

ARP – Address Resolution Protocol

TCP/IP Protokollschichten



Mögliche Methoden:

1. Tabellensuche

- Router verfügt über interne Adresstabelle zur Übersetzung
- nur für kleine Netzwerke praktikabel (Durchsatz)

2. Direkte Berechnung

- Router kann Adresse berechnen: $f(\text{IP-Adresse}) = \text{HW-Adresse}$
- Voraussetzung: HW-Adresse lässt sich so festlegen, dass Berechnung möglich ist

3. Nachrichtenaustausch

- Router sendet Anfrage zur Adressauflösung einer IP-Adresse
- zentral: ARP-Server antwortet mit HW-Adresse
- dezentral: Router Broadcast
-> Rechner verwalten eigene IP-Adresse und antworten, wenn IP-Adresse erkannt ist

ARP – Nachrichtenformat

- ARP-Anfrage: IP-Adresse + Übersetzungsaufforderung
- ARP-Antwort: IP-Adresse + HW-Adresse

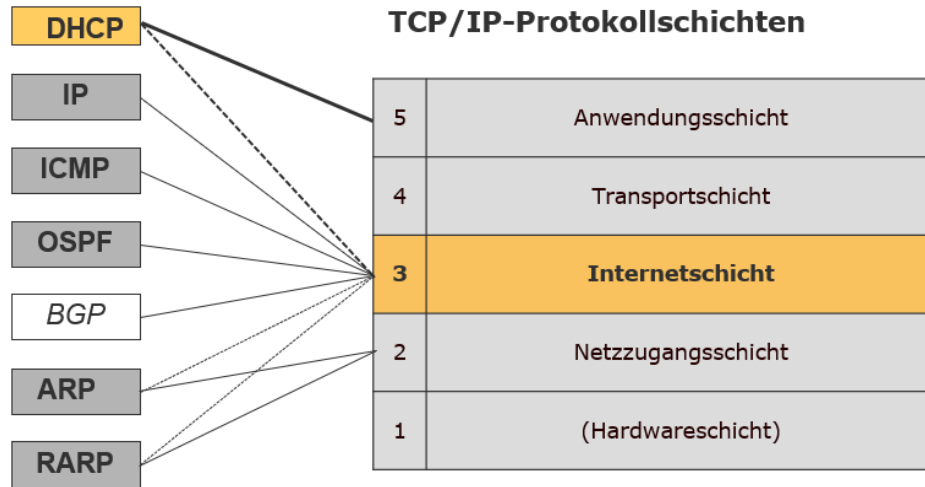
Problem:

- Ineffizient, wenn vor jedem Datentransfer erst ARP-Anfrage initiiert werden muss

Lösung:

- Verwendung eines Zwischenspeichers für bereits erfolgte IP-/HW Adressübersetzungen

DHCP – Dynamic Host Control Protocol

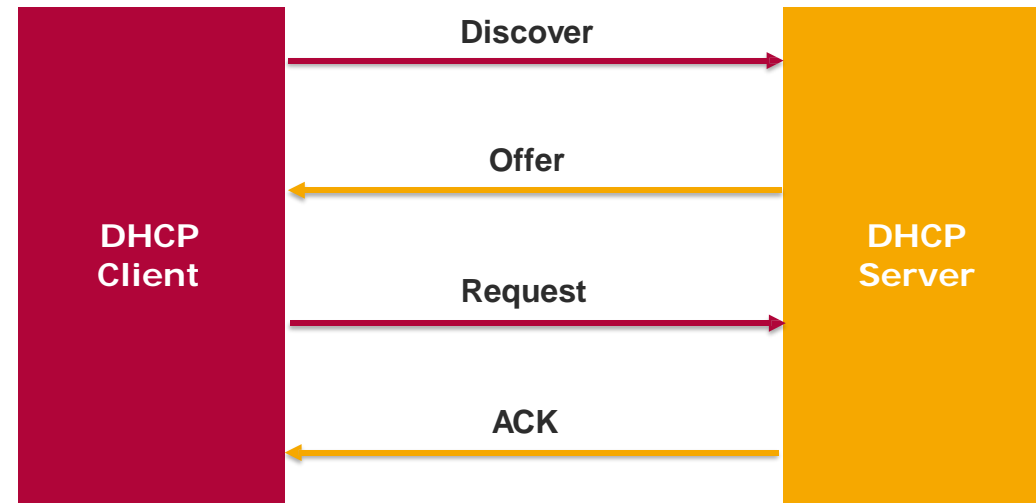


Problem:

Manuelle Konfiguration von Netzwerkschnittstellen ist aufwendig

Lösung: (für IPv4)

- **DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol)
 - Zuteilung einer (dynamischen) IP-Adresse
 - Zuteilung von Hostnamen
 - Information über Default Gateway
 - Information über zuständigen DNS Server (Domain Name Service)
- Operiert über UDP (Protokoll der Transportschicht)
- Arbeitet zustandsbehaftet (stateful)
 - der jeweilige DHCP-Server weiß, welcher Host welche Konfiguration benutzt und führt darüber Buch



Grundlegende Funktionsweise

1. DHCP – Discover
 - Client sendet Broadcast an DHCP-Server
 - Signalisiert Bedürfnis, eine IP-Adresse zu erhalten
 - Paket-Ziel: 255.255.255.255
 - Paket-Quelle: 0.0.0.0 (da noch keine IP zugewiesen)
2. DHCP – Offer
 - Server antwortet mit Menge von Adressen, welche als Vorschlag für den Client gelten
2. DHCP – Request
 - Client antwortet mit einer aus der Menge ausgewählten Adresse
2. DHCP – ACK
 - Server bestätigt Vergabe der Adresse
 - Kann ggf. Netzinformationen enthalten (z.B. Standard Gateway)

ARP:

Einsicht der lokalen ARP-Konfiguration mit dem Tool „arp“

```
sh-3.2$ arp -a
? (172.16.56.1) at cc:4e:24:d0:f1:80 on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.56.57) at 0:c2:c6:77:39:68 on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.56.68) at 4c:34:88:16:8a:dc on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.56.81) at a0:e4:53:c5:8a:b5 on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.56.208) at 60:3:8:9b:11:b8 on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.57.60) at c8:bc:c8:c3:a3:2a on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.57.61) at b0:df:3a:10:b5:de on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.57.65) at 34:13:e8:30:87:84 on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.57.66) at 30:a8:db:8e:2c:88 on en0 ifscope [ethernet]
? (172.16.57.82) at 80:19:34:47:e3:5c on en0 ifscope [ethernet]
```

IP-Adresse

MAC-Adresse

DHCP:

Einsicht der IP-Konfiguration je nach Betriebssystem mit dem Tool ipconfig bzw. ifconfig möglich

```
sh-3.2$ ifconfig
en0: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:22:33:44:55
    inet6 fe80::d2a6:37ff:feeb:3b63%en0 prefixlen 64 scopeid 0x4
    inet 172.16.57.237 netmask 0xfffffc00 broadcast 172.16.59.255
    nd6 options=1<PERFORMNUD>
    media: autoselect
    status: active
```

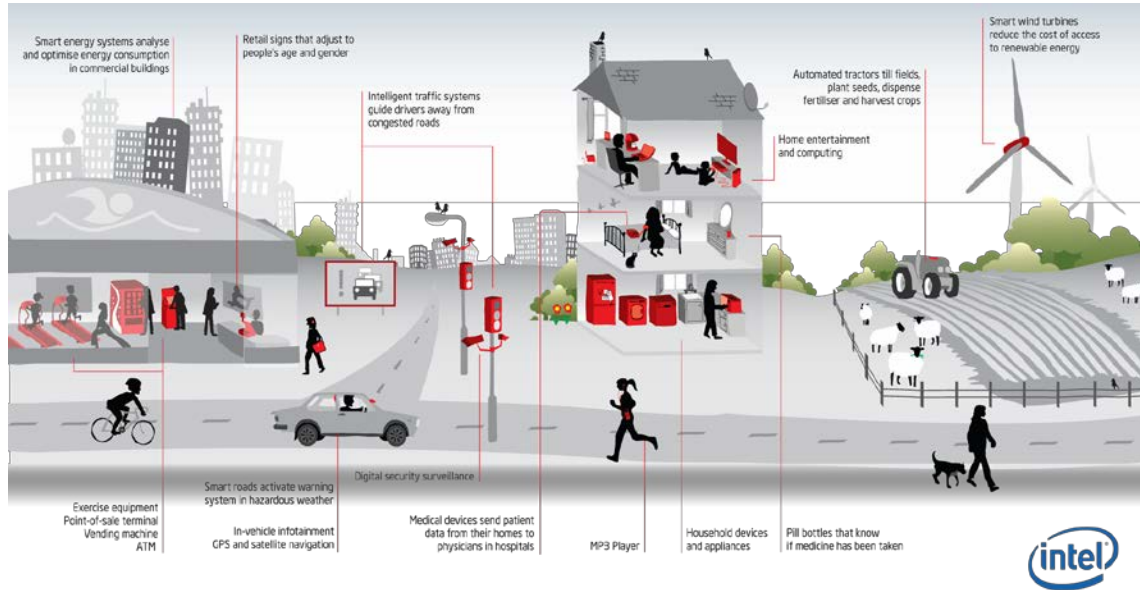

Internet of Things (IoT) – 5G Netzevolution – IPv6



STUDIEREN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien

Internet of Things – Vision einer smarten Welt

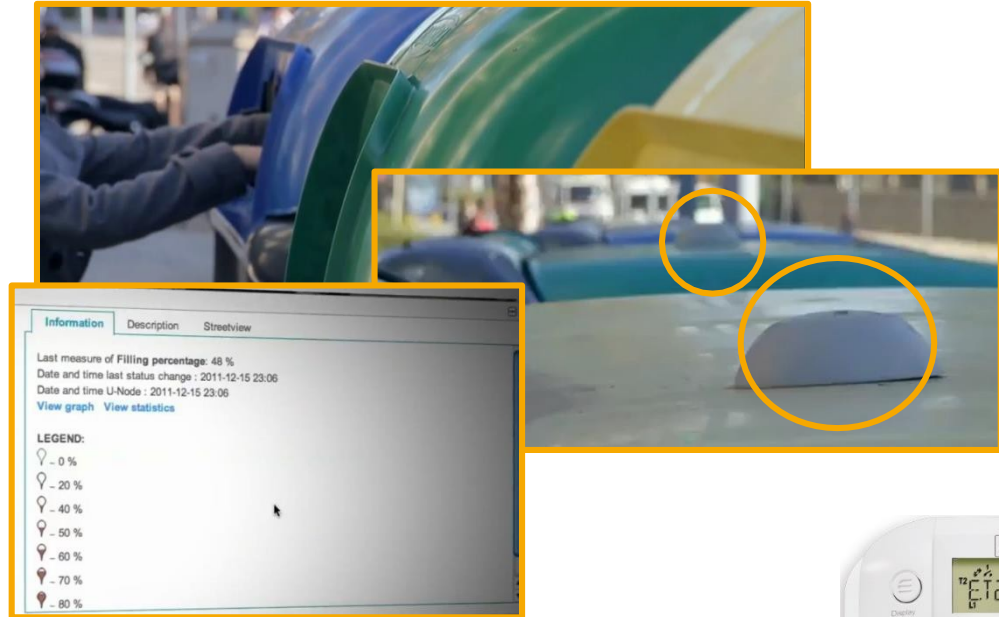


Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig

- Hausautomation (Licht, Heizung, Audio, ...) → Smart Home
- Vernetzte Stromzähler, Gaszähler, ... → Smart Metering
- Haushaltsgeräte-Automation (Kühlschrank)
- Vernetzte Unterhaltungselektronik
- Sicherheit / Peace of Mind (Zutrittskontrolle)
- Weitere Projekte (Autosteuerung per Smartphone App, Car Sharing, Fahrradausleihe, Fitnesstracking)

Mögliche Ziele

- Energiesparen
- Komfort
- Sicherheit
- Wartung



Smart Dumpsters in Santander Vernetzte Müllcontainer

Bilder: Seminar 2016 - Security for the Internet of Things -
Konrad-Felix Krentz

Smart Meter Vernetzte Stromzähler

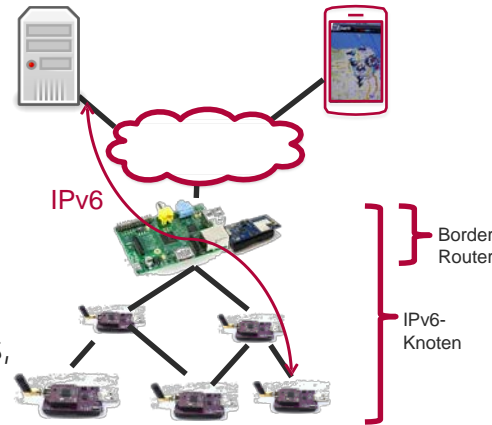
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5308859>



Internet of Things (IoT) – Internet der Dinge

Das Internet der Dinge

- Technologien
 - RFID, QR, Barcode
 - Sensoren, Aktoren
 - Internet- und Webtechnologien: TCP, UDP, IP, IPv6, HTTP, Web Services, 6LoWPAN, ...
 - ...



Aber:

Jedes Gerät im IoT benötigt eigene IP-Adresse

- Zahl der IoT-Systeme wächst rasant

Problem:

- IPv4-Adressen fast ausgeschöpft
 - Regional Internet Registries (RIRs)
 - AfriNIC (Africa)
 - APNIC (Asia-Pacific)
 - ARIN (North America)
 - LACNIC (South America)
 - RIPE NCC (Europe)
- Deshalb wird neues Internetprotokoll gebraucht mit großer Anzahl von Internetadressen – IPv6

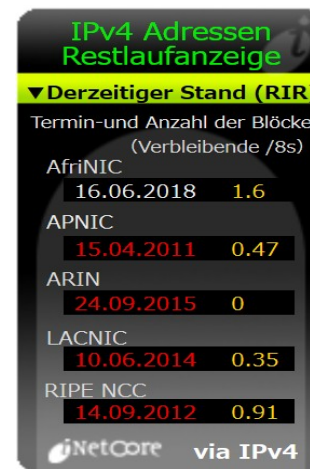


Bild: <http://inetcore.com/>

Visualisierung der IPv6-Einführung

RANK	IPv6 %	COUNTRY
1	100.0%	French Southern Territories
2	42.1%	Belgium
3	24.3%	Greece
4	24.3%	Germany
5	23.9%	Switzerland
6	20.5%	United States of America
7	20.5%	Portugal
8	17.8%	Ecuador
9	17.4%	Luxembourg
10	14.2%	Estonia
11	12.6%	Peru
12	11.8%	Austria
13	11.4%	Japan
14	10.8%	France
15	10.5%	United Kingdom
16	9.4%	Hungary

Bild: <https://www.akamai.com/>

Internetworking – Weitere wichtige Protokolle ICMP, ARP, DHCP



STUDIEREN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien