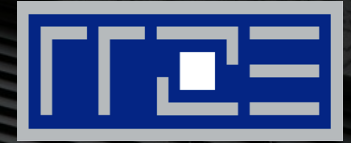


# REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



## TCP/IP – Troubleshooting

Netzwerkausbildung – Praxis der Datenkommunikation  
11.11.2015, Jochen Reinwand, RRZE

# Gliederung

- Grundlagen und Theorie
  - Grundgedanke, Entstehung
  - Referenz-Modelle, TCP/IP
  - Routing
- Technische Details
  - IP-Adressen, Medien
  - ARP, ICMP
  - TCP, UDP
- Einstellungen
  - IP-Adresse, Netzmaske
  - Router, DNS-Server
  - Windows
- Fehlersuche
  - ipconfig, ping, traceroute
  - netstat, nslookup
  - Wireshark



# GRUNDLAGEN UND THEORIE



Grundgedanke, Entstehung  
Referenz-Modelle, TCP/IP  
Routing

# Grundgedanke des Internets

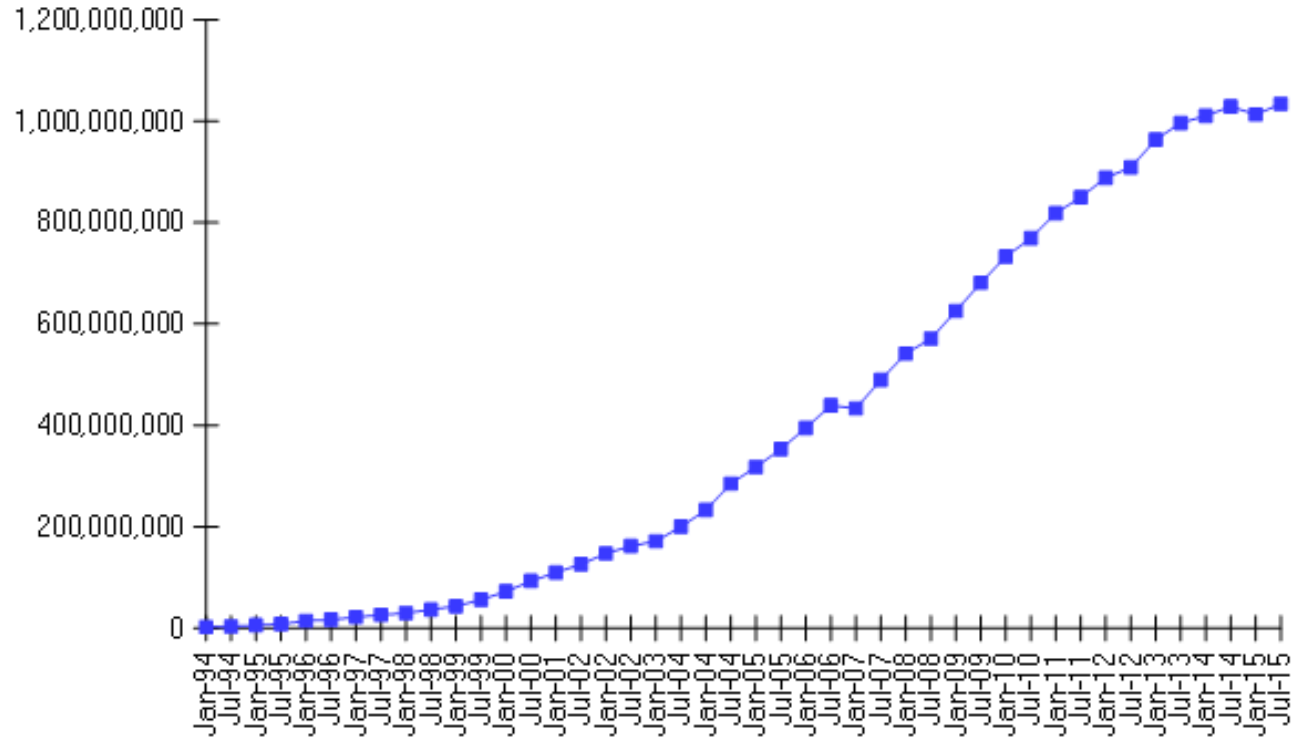
- Vorher: Großrechner mit Terminals
- Nachher: Viele Rechner via Netz miteinander Verbunden
- Internet als Netz der Netze

# Geschichte des Internets

- 1957 Sputnik-Schock  
→ ARPA (Advanced Research Projects Agency)
- 1969 ARPANET 4 Standorte
- 1972 ARPANET 34 Standorte
- 1974 TCP (Transmission Control Protocol)
- 1978 TCP v4 (Trennung in TCP/IP – Internet Protokoll)
- 1983 1. Januar Einführung im ARPANET
- 1993 1,3 Mio. Hosts
- 2013 1 Mrd. Hosts

# Internet Host Count

Internet Domain Survey Host Count



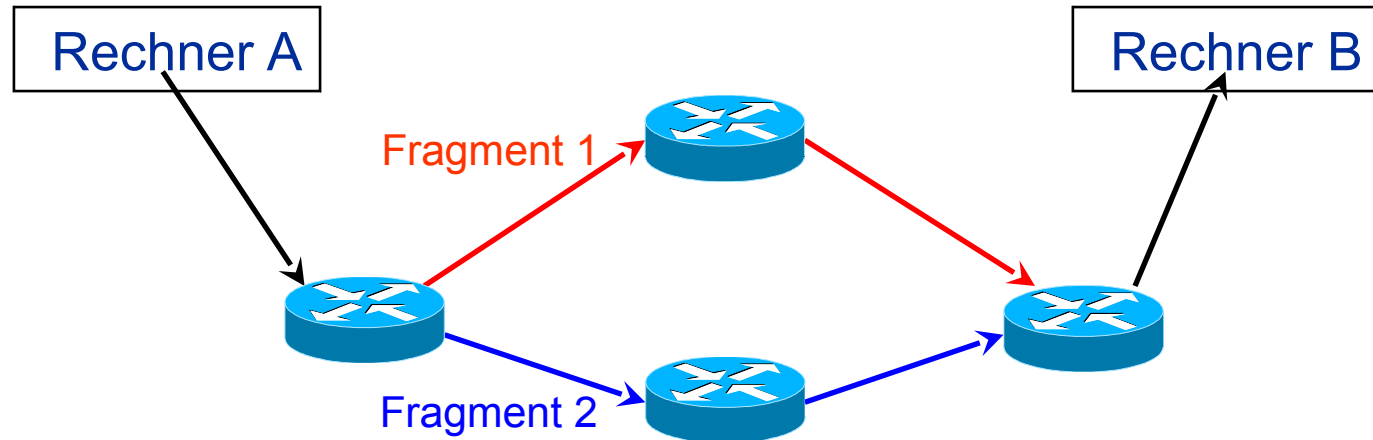
Source: Internet Systems Consortium ([www.isc.org](http://www.isc.org))

# Standardisierung des Internets

- IAB (Internet Architecture Board)
  - Entwicklung der Internet-Architektur
- IETF (Internet Engineering Task Force)
  - Technische Weiterentwicklung
- IRTF (Internet Research Task Force)
  - Forschung
- RFC (Requests for Comments)
  - Dokumente (technisch und organisatorisch)
  - <http://www.rfc-editor.org/>
- ISO-OSI-Referenzmodell (Open Systems Interconnect)

# Internet

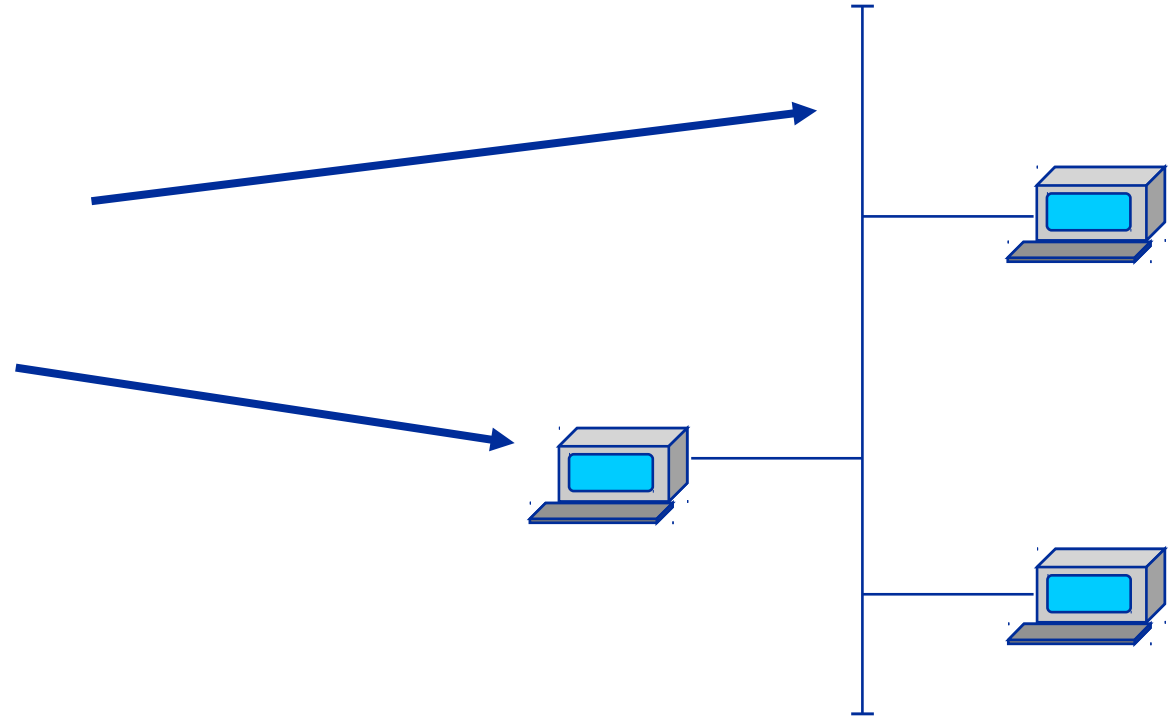
- Datenpakete
- Verbindungslos
- Einzelne Pakete voneinander unabhängig
- Zerlegung / Zusammensetzung
- Routing





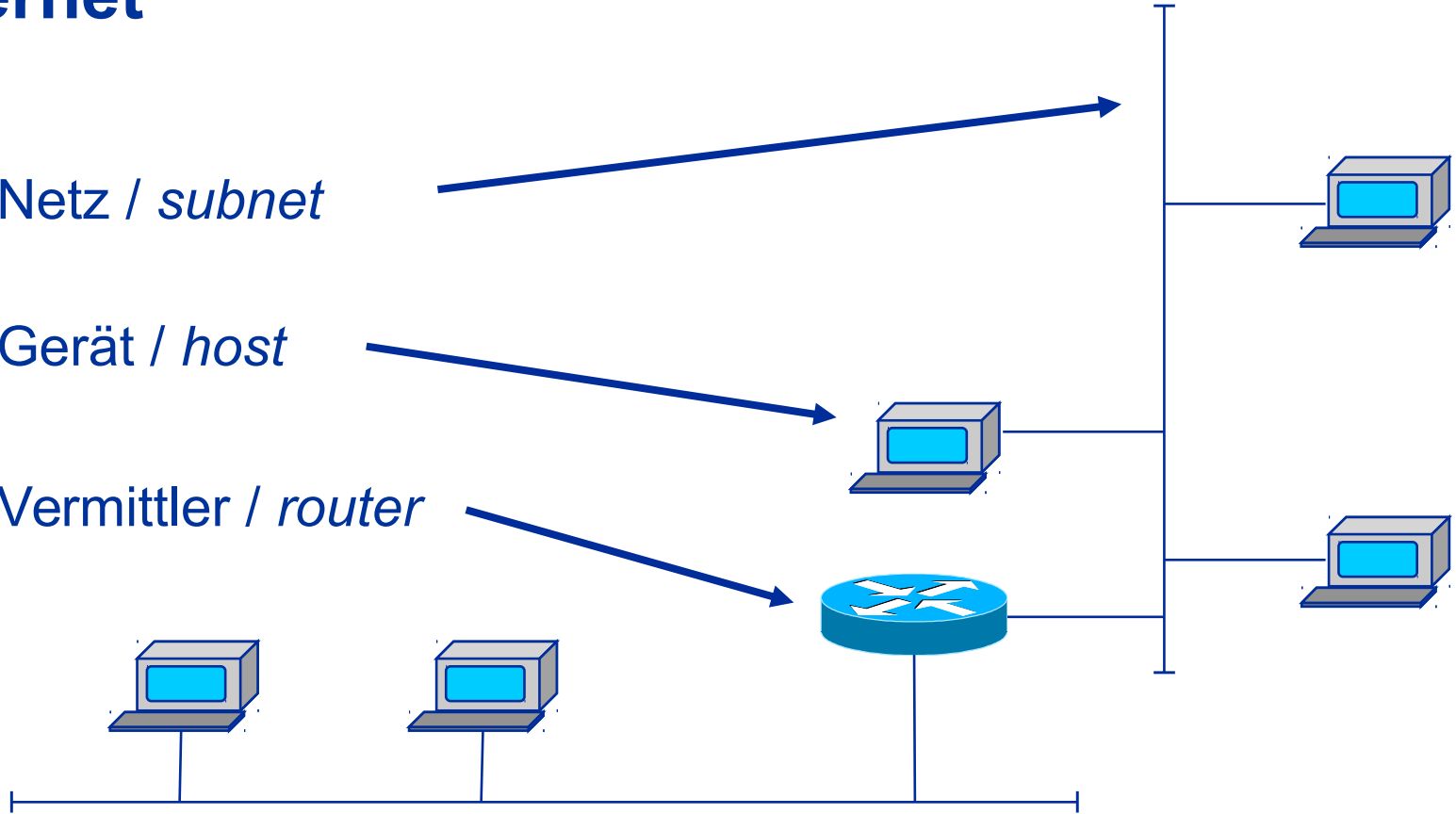
# Internet

- Netz / *subnet*
- Gerät / *host*

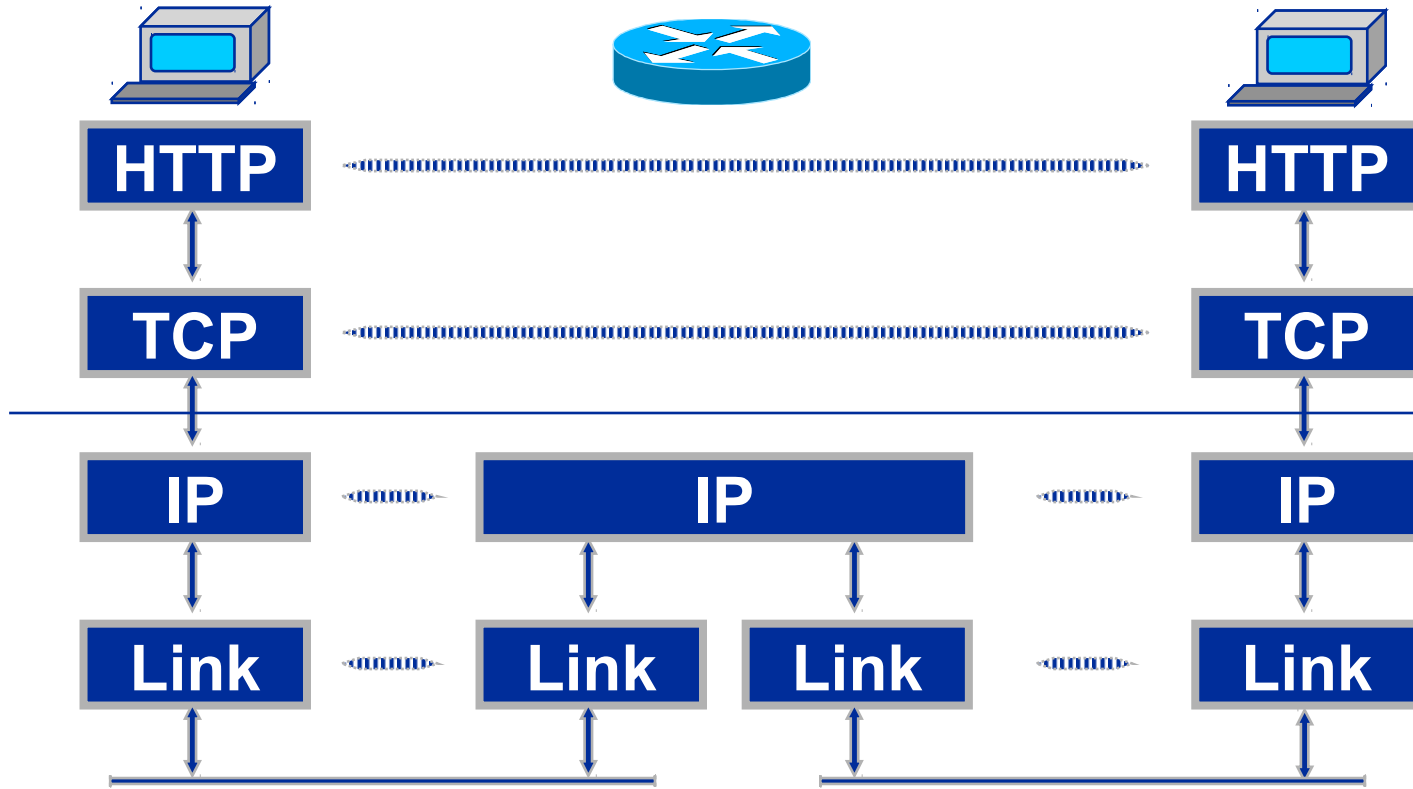


# Internet

- Netz / *subnet*
- Gerät / *host*
- Vermittler / *router*

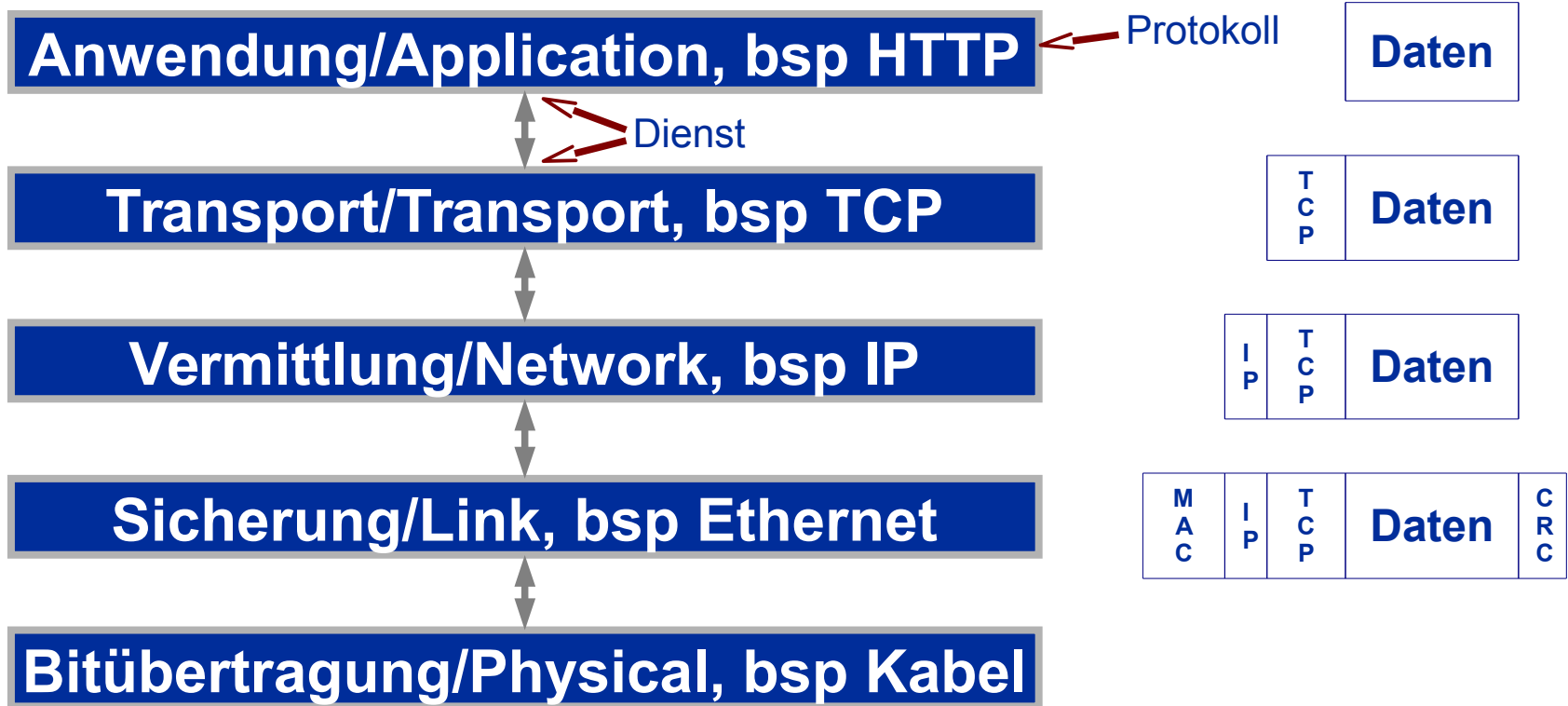


# TCP/IP Schichtenmodell

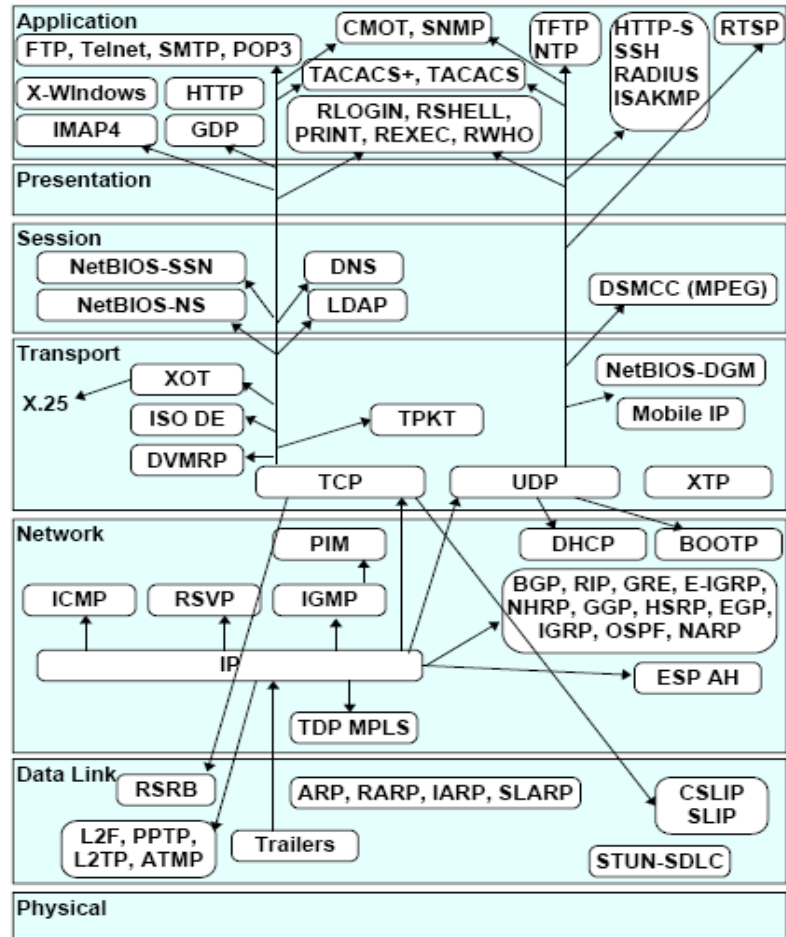


Punkt zu Punkt Ende zu Ende

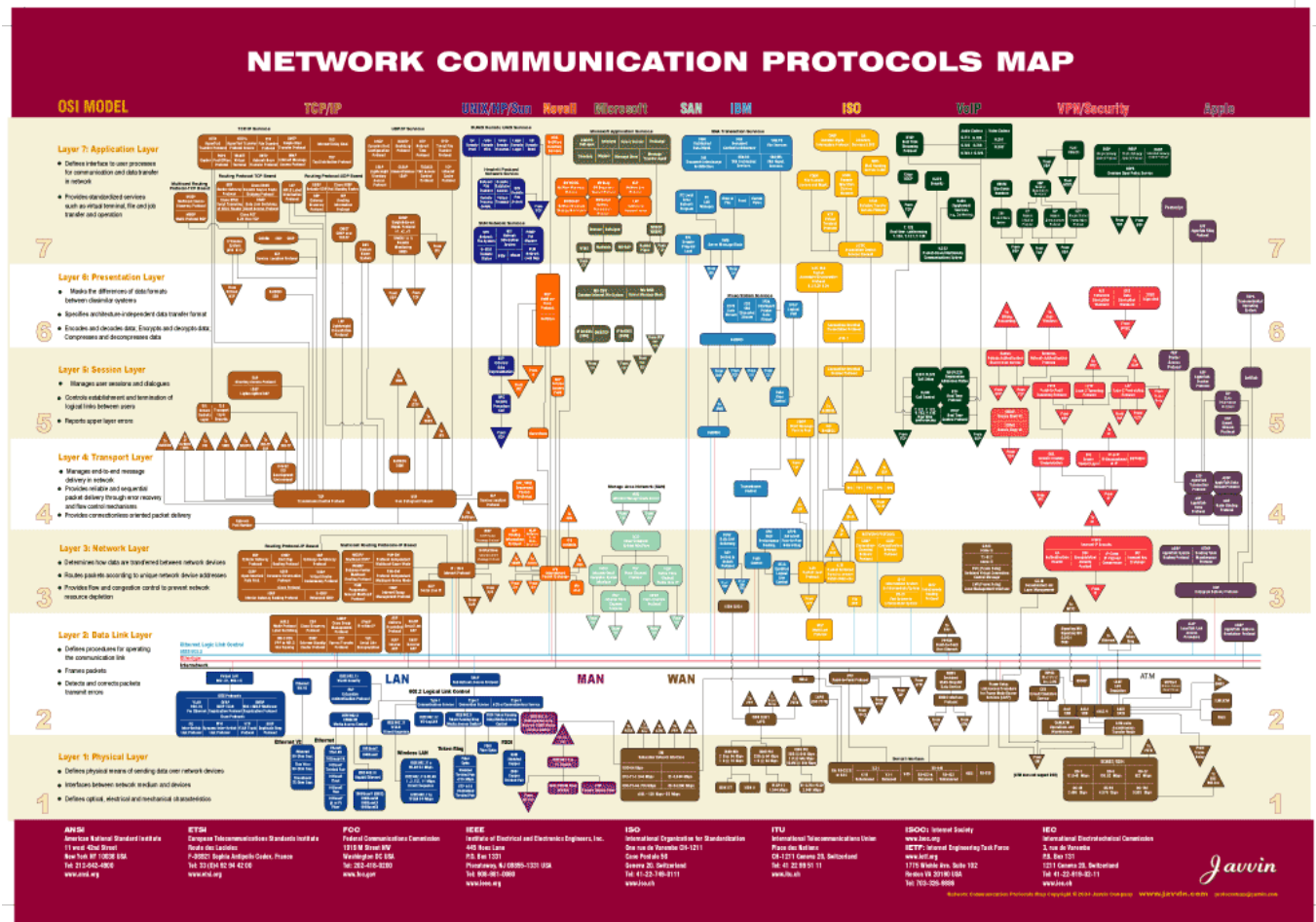
# TCP/IP Schichtenmodell



# TCP/IP im OSI-Modell

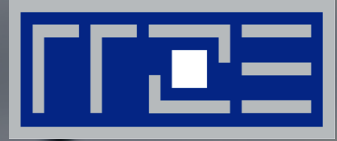


# TCP/IP im OSI-Modell





# TECHNISCHE DETAILS



IP-Adressen, Medien  
ARP, ICMP  
TCP, UDP

# IP-Adressen – CIDR

## 131.188.79.246 im Netz 131.188.79.0/24

|                       |           |           |                      |
|-----------------------|-----------|-----------|----------------------|
| 131.                  | 188.      | 79.       | 246                  |
| 10000011.             | 10111100. | 01001111. | 11110110             |
| <u>24</u> Bit Netz-Id |           |           | <u>8</u> Bit Host-Id |

## 131.188.16.136 im Netz 131.188.16.128/26

|                       |           |              |                      |
|-----------------------|-----------|--------------|----------------------|
| 131.                  | 188.      | 16.          | 136                  |
| 10000011.             | 10111100. | 00010000. 10 | 001000               |
| <u>26</u> Bit Netz-Id |           |              | <u>6</u> Bit Host-Id |

Nützliches Tool: <http://jodies.de/ipcalc>

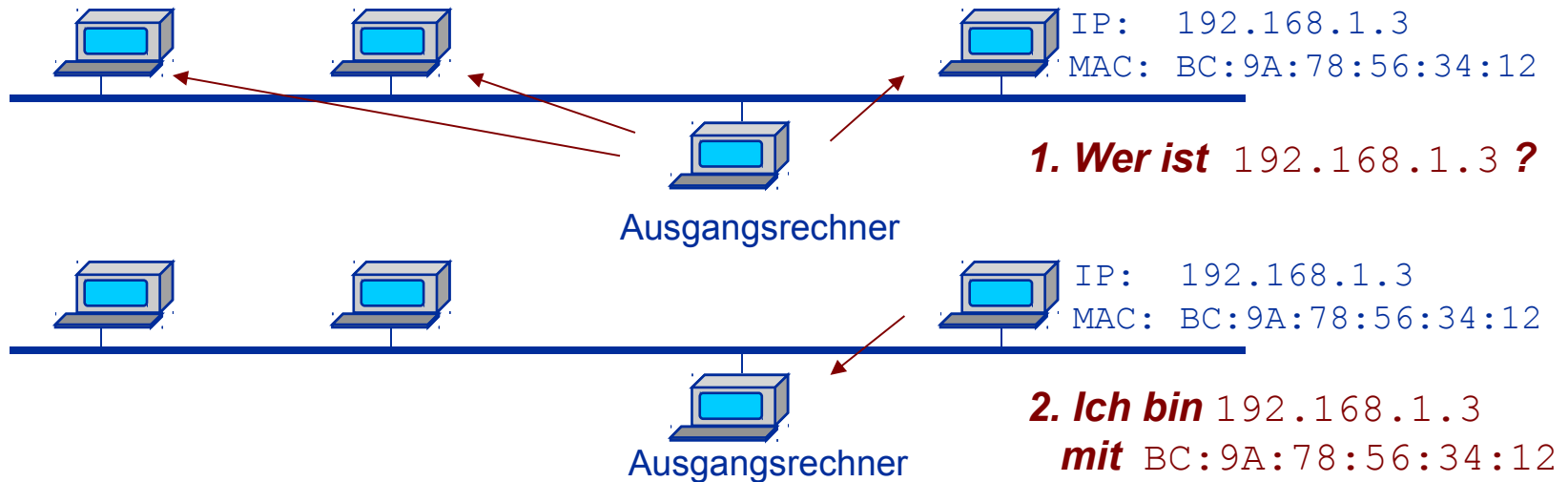


# Medien

- Ethernet
  - Kupfer 10/100/1000/... – Glasfaser 100/1000/10.000/...
- ATM (Asynchronous Transfer Mode)
  - Classical IP over ATM; LAN Emulation
  - Eigentlich „tot“, aber teilweise noch Basis für DSL
- Serial
  - SLIP (Serial Line IP); PPP (Point-to-Point Protocol); PPPoE (PPP over Ethernet, DSL)
- DSL (Digital Subscriber Line)
- WLAN/WiFi (Wireless LAN) – Dem Ethernet ähnlich
- Mobilfunk (GSM, UMTS, LTE, ...)

# ARP (Address Resolution Protocol)

- *Address Resolution Protocol*
- Welche MAC gehört zu dieser IP?
- Innerhalb des Subnetzes per Broadcast

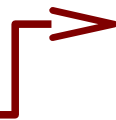


# ICMP (Internet Control Message Protocol)

- Internet Control Message Protocol
- Fehler- und Kontroll-Meldungen
- Steht „neben“ IP, bzw ist Spezialform

| Type Field | Beschreibung                   |
|------------|--------------------------------|
| <b>0</b>   | <b>Echo Reply</b>              |
| <b>3</b>   | <b>Destination Unreachable</b> |
| <b>4</b>   | <b>Source Quench</b>           |
| <b>5</b>   | <b>Redirect</b>                |
| <b>8</b>   | <b>Echo Request</b>            |
| <b>11</b>  | <b>Time Exceeded</b>           |
| ...        | ...                            |

| Code Value | Beschreibung                        |
|------------|-------------------------------------|
| <b>0</b>   | <b>Network unreachable</b>          |
| <b>1</b>   | <b>Host unreachable</b>             |
| <b>2</b>   | <b>Protocol unreachable</b>         |
| <b>3</b>   | <b>Port Unreachable</b>             |
| <b>4</b>   | <b>Fragmentation needed, DF set</b> |
| <b>5</b>   | <b>Source route failed</b>          |
| ...        | ...                                 |



# TCP (Transmission Control Protocol)

- Erstes Transportprotokoll auf IP
- Definiert Ende-zu-Ende-Verbindung
- Bietet gesicherte Übertragung
- Flusskontrolle (Flow Control)
- Überlastkontrolle (Congestion Control)
- Dominiert im Weitverkehrsbereich
- „Datenstromschnittstelle“

# TCP (Transmission Control Protocol)

- Socket
  - Schnittstelle/Übergabepunkt zwischen Netzwerk-Stack des OS und Anwendung
  - Verbindung zu entfernter Anwendung über Adressinformation (i.d.R. IP-Adresse und Portnummer)
- Formal: TCP-Verbindung wird durch ein 5-Tupel charakterisiert  
*{Protokoll; lokale Adr.; lokaler Port; entfernte Adr.; entfernter Port}*

- Beispiel: *{tcp; 131.188.3.150; 1022; 131.188.3.40; 22}*

```
> netstat -an | grep 131.188.3.40
```

```
131.188.3.150.1022 131.188.3.40.22 17520 0 33580 0 ESTABLISHED
```

```
131.188.3.150.1011 131.188.3.40.22 17520 0 33580 0 ESTABLISHED
```

# Beispiele für TCP-Anwendungen

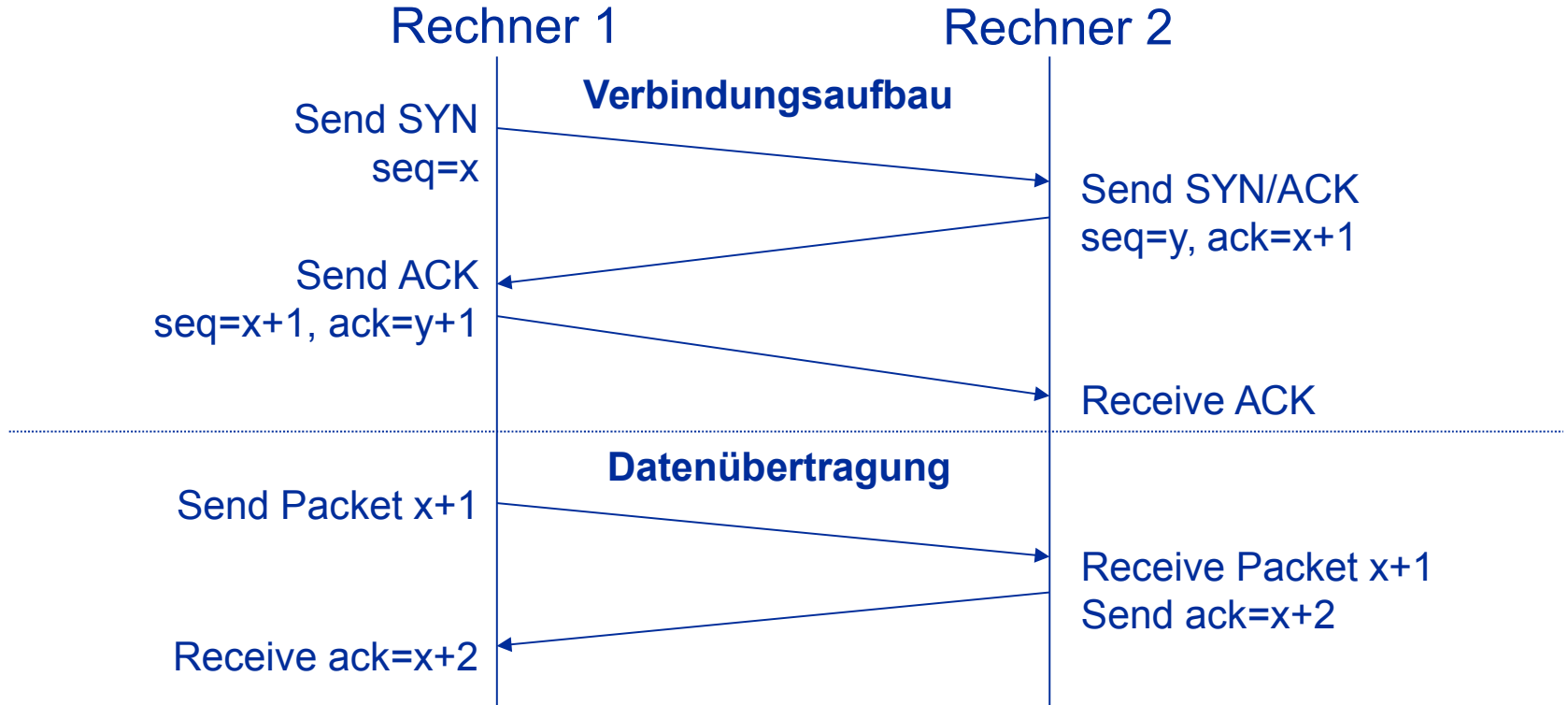
- ssh – Secure Shell – Port 22
  - Zugriff auf entfernte Rechner
  - Wie ein angeschlossenes Terminal
- FTP – File Transfer Protocol – Port 20 (Daten) + Port 21 (Kommandos)
  - Datenübertragung von/zu einem entfernten Rechner
  - Zwei Verbindungen (für Kommandos und Datenübertragung)
- SMTP – Simple Mail Transfer Protocol – Port 25
  - E-Mail-Versand
- HTTP – Hypertext Transfer Protocol – Port 80
  - Das World-Wide-Web

# Aufbau eines TCP-Paketes

|                    |          |                  |         |
|--------------------|----------|------------------|---------|
| Source Port        |          | Destination Port |         |
| Sequence Number    |          |                  |         |
| Acknowledge Number |          |                  |         |
| HLEN               | Reserved | Code Bits        | Window  |
| Checksum           |          | Urgent Pointer   |         |
| Options            |          |                  | Padding |
| Data               |          |                  |         |

- **Source Port / Destination Port**
  - Prozess-Identifikation auf Quell- und Zielrechner
- **Sequence Number / Acknowledge Number**
  - Flusskontrolle
- **HLEN**
  - Länge des Headers in 32 Bit-Worten
- **Checksum**
  - Prüfsumme (beinhaltet auch einen Teil des IP-Headers)

# Aufbau einer TCP-Verbindung





# UDP (User Datagram Protocol)

- Ungesichertes Transportprotokoll
- Effizienter als TCP im LAN-Bereich
- Keine Flusskontrolle
- Anwendung muss Datenverluste selber behandeln
- Einsatz für Multimedia-Anwendungen
- Oft Probleme mit (stateful) Firewalls

# Beispiele für UDP-Anwendungen

- NFS – Network File System – Port 2049
  - Nicht mehr seit NFSv4
- NIS – Network Information System – Port 111 (Sun-RPC)
  - Veraltet
- SNMP – Simple Network Management Protocol – Port 161
  - Abfrage und Änderung von Konfigurationsparametern
- RTP – Realtime Transport Protocol – Port > 1024
  - Grundlage für Video-Übertragung und VoIP
- DNS – Domain Name Service – Port 53
  - Vor allem bei Client-Anfragen

# IP-Adresse ↔ Domain-Name

- IP-Adressen:

131.188.12.211

- › sind schwer zu merken
- › ändern sich (zwangsläufig)

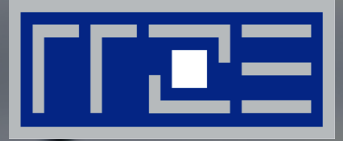
- Domain Namen:

ftp.uni-erlangen.de

- › automatische Auflösung durch Nameserver
- › hierarchisch (Zonen; root-Nameserver)
- › verteilt



# EINSTELLUNGEN



IP-Adresse, Netzmaske  
Router, DNS-Server  
Windows

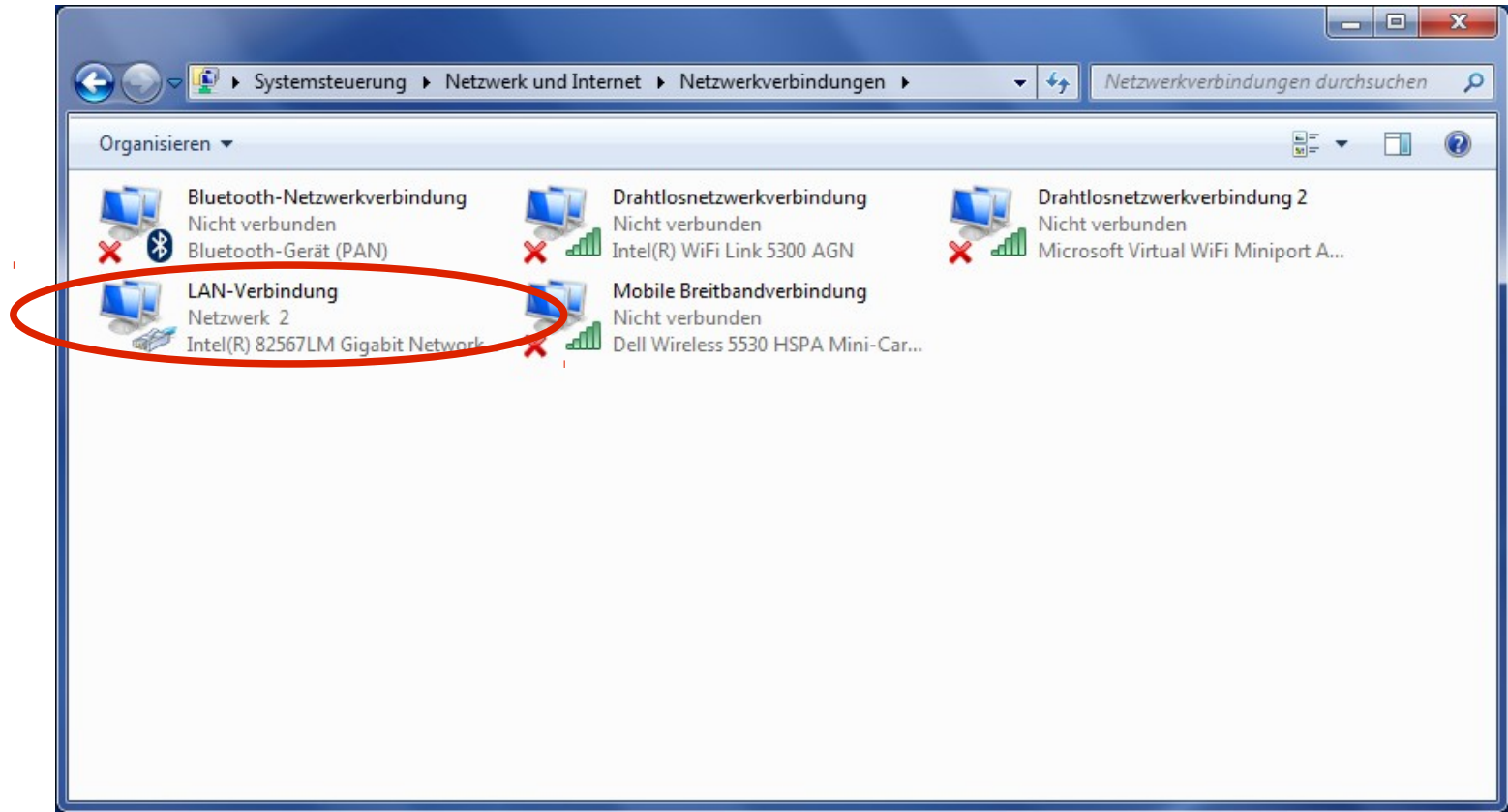
# Einstellungen am Rechner

- Minimale Angaben bei manueller Konfiguration:
  - IP-Adresse
  - Netzmaske
  - Standard-Gateway (Router)
  - DNS-Server
- Oder: DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
  - Kümmert sich um komplette Konfiguration „alleine“

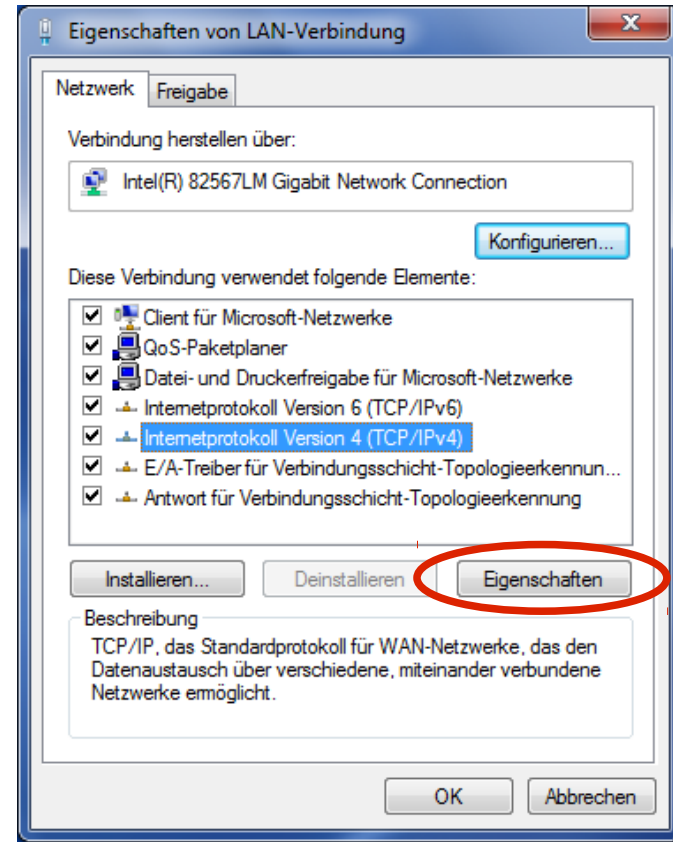
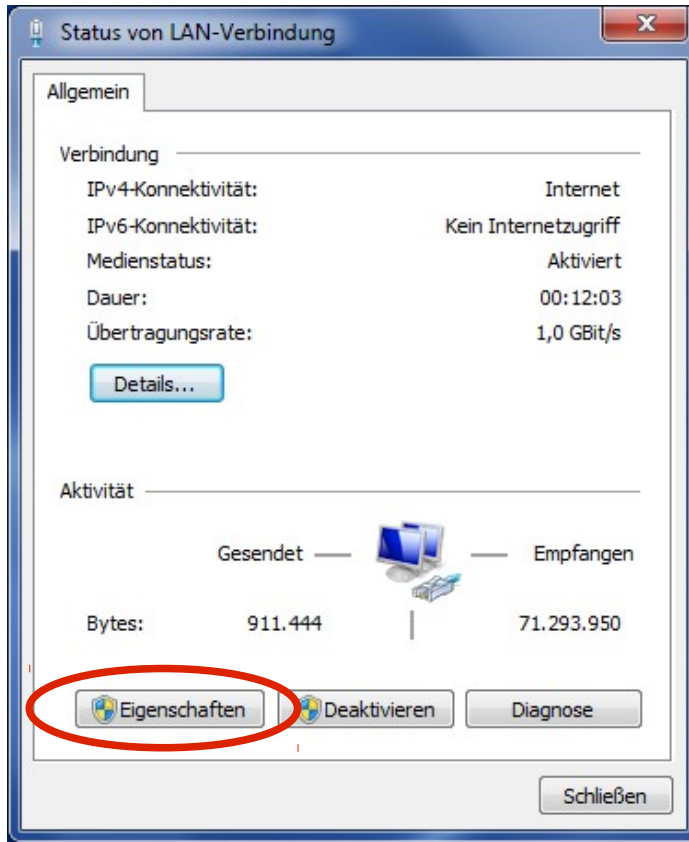
# Einstellungen unter Windows

The screenshot shows the Windows Network and Sharing Center. The left sidebar contains navigation links: 'Startseite der Systemsteuerung', 'Drahtlosnetzwerke verwalten', 'Adaptiereinstellungen ändern' (circled in red), 'Erweiterte Freigabeeinstellungen ändern', and 'Freigabeeinstellungen ändern'. The main content area displays network status for 'HERMOD (dieser Computer)', 'Netzwerk 2', and 'Internet'. Under 'Aktive Netzwerke anzeigen', 'Netzwerk 2' is listed as an 'Öffentliches Netzwerk'. The 'Internet' connection is shown as a 'LAN-Verbindung' (circled in red). Below this, there are links for 'Netzwerkeinstellungen ändern', 'Neue Verbindung oder neues Netzwerk einrichten', 'Verbindung mit einem Netzwerk herstellen', 'Heimnetzgruppen- und Freigabeoptionen auswählen', and 'Probleme beheben'. The top navigation bar shows the path: 'Systemsteuerung > Netzwerk und Internet > Netzwerk- und Freigabecenter'.

# Einstellungen unter Windows

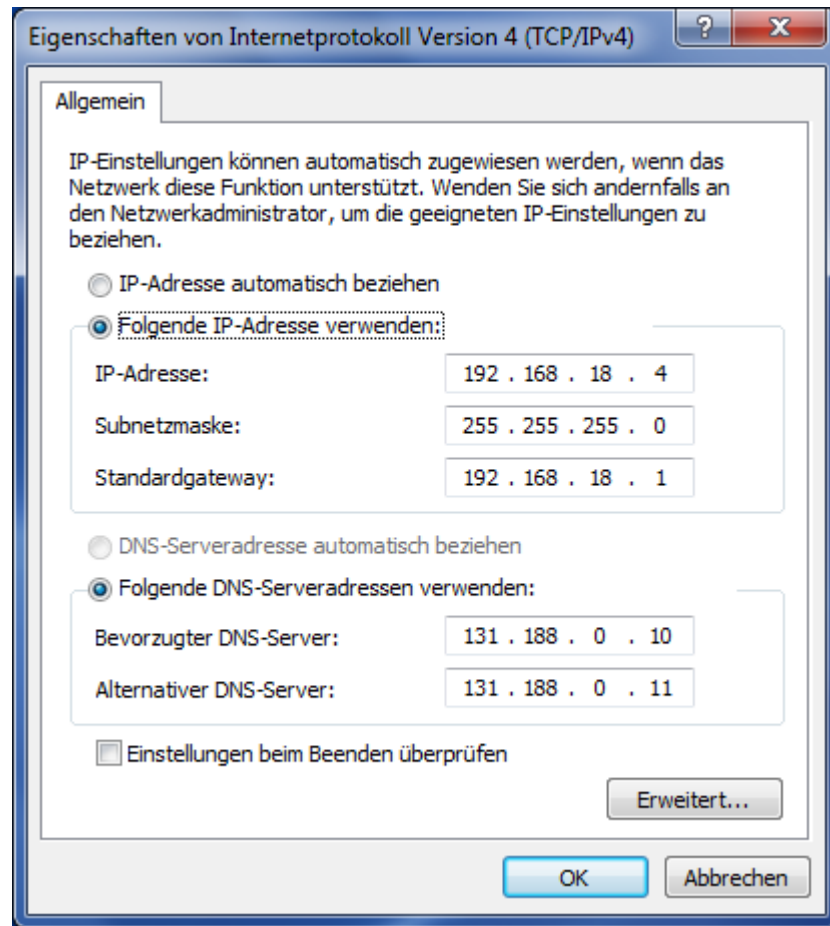


# Einstellungen unter Windows





# Einstellungen unter Windows





# FEHLERSUCHE



ipconfig, ping, traceroute  
netstat, nslookup  
Wireshark

# Fehlersuche – Systemtools

- **ipconfig** (Windows)
  - Hauptsächlich zur Information
- **ifconfig** (Unix / Linux)
  - Universelles Tool zur Konfiguration
  - In der Regel nur Manipulation des laufenden Systems!
- **ip** (Linux)
  - Mächtigerer Ersatz für **ifconfig** unter Linux
- **netstat** (Windows und Linux)
  - Anzeige von dynamischen Statusinformationen

# ipconfig

```
Windows PowerShell
PS C:\> ipconfig /all

Windows-IP-Konfiguration

    Hostname . . . . . : hermod
    Primäres DNS-Suffix . . . . . :
    Knotentyp . . . . . : Hybrid
    IP-Routing aktiviert . . . . . : Nein
    WINS-Proxy aktiviert . . . . . : Nein
    DNS-Suffixsuchliste . . . . . : rrze.uni-erlangen.de

Drahtlos-LAN-Adapter Drahtlosnetzwerkverbindung 2:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung. . . . . : Microsoft Virtual WiFi Miniport Adapter
    Physikalische Adresse . . . . . : 00-21-6A-C5-23-E1
    DHCP aktiviert. . . . . : Ja
    Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja

Mobiler Breitbandadapter Mobile Breitbandverbindung:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung. . . . . : Dell Wireless 5530 HSPA Mini-Card Network Adapter
    Physikalische Adresse . . . . . : 02-80-37-EC-02-00
    DHCP aktiviert. . . . . : Nein
    Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja

Ethernet-Adapter Bluetooth-Netzwerkverbindung:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung. . . . . : Bluetooth-Gerät (PAN)
    Physikalische Adresse . . . . . : 5C-AC-4C-F0-5F-E2
    DHCP aktiviert. . . . . : Ja
    Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja

Drahtlos-LAN-Adapter Drahtlosnetzwerkverbindung:
```

# ipconfig

```
Windows PowerShell

Drahtlos-LAN-Adapter Drahtlosnetzwerkverbindung:

Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
Beschreibung. . . . . : Intel(R) WiFi Link 5300 AGN
Physikalische Adresse . . . . . : 00-21-6A-C5-23-E0
DHCP aktiviert. . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja

Ethernet-Adapter LAN-Verbindung:

Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: rrze.uni-erlangen.de
Beschreibung. . . . . : Intel(R) 82567LM Gigabit Network Connection
Physikalische Adresse . . . . . : 5C-26-0A-12-33-2A
DHCP aktiviert. . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
IPv6-Adresse. . . . . : 2001:638:a00:4f:d46:6ab6:c404:fd02<Bevorzugt>
Temporäre IPv6-Adresse. . . . . : 2001:638:a00:4f:85bf:c0c:a341:1371<Bevorzugt>
Verbindungslokale IPv6-Adresse . . : fe80::d46:6ab6:c404:fd02%10<Bevorzugt>
IPv4-Adresse . . . . . : 131.188.78.174<Bevorzugt>
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.254.0
Lease erhalten. . . . . : Donnerstag, 17. November 2011 10:57:47
Lease läuft ab. . . . . : Donnerstag, 17. November 2011 22:57:47
Standardgateway . . . . . : fe80::5:73ff:fea0:4e%10
                               131.188.79.1
DHCP-Server . . . . . : 10.188.12.27
DNS-Server . . . . . : 131.188.0.10
                               131.188.0.11
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert

Tunneladapter isatap.<868003FB-B543-42BD-8B30-99335A294BF9>:

Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
Beschreibung. . . . . : Microsoft-ISATAP-Adapter
Physikalische Adresse . . . . . : 00-00-00-00-00-00-E0
DHCP aktiviert. . . . . : Nein
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
```

# netstat

```
Windows PowerShell
PS C:\> netstat -rn
=====
Schnittstellenliste
21...00 21 6a c5 23 e1 .....Microsoft Virtual WiFi Miniport Adapter
18...02 80 37 ec 02 00 .....Dell Wireless 5530 HSPA Mini-Card Network Adapter
15...5c ac 4c f0 5f e2 .....Bluetooth-Gerät (PAN)
12...00 21 6a c5 23 e0 .....Intel(R) WiFi Link 5300 AGN
10...5c 26 0a 12 33 2a .....Intel(R) 82567LM Gigabit Network Connection
1.....Software Loopback Interface 1
11...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft-ISATAP-Adapter
13...00 00 00 00 00 00 e0 Teredo Tunneling Pseudo-Interface
14...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft-ISATAP-Adapter #2
16...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft-ISATAP-Adapter #3
19...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft-ISATAP-Adapter #4
20...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft-ISATAP-Adapter #5
=====

IPv4-Routentabelle
=====
Aktive Routen:
  Netzwerkziel      Netzwerkmaske      Gateway      Schnittstelle      Metrik
  0.0.0.0           0.0.0.0           131.188.79.1 131.188.78.174     10
  127.0.0.0         255.0.0.0         Auf Verbindung 127.0.0.1         306
  127.0.0.1         255.255.255.255  Auf Verbindung 127.0.0.1         306
  127.255.255.255  255.255.255.255  Auf Verbindung 127.0.0.1         306
  131.188.78.0     255.255.254.0    Auf Verbindung 131.188.78.174    266
  131.188.78.174  255.255.255.255  Auf Verbindung 131.188.78.174    266
  131.188.79.255  255.255.255.255  Auf Verbindung 131.188.78.174    266
  224.0.0.0        240.0.0.0        Auf Verbindung 127.0.0.1         306
  224.0.0.0        240.0.0.0        Auf Verbindung 131.188.78.174    266
  255.255.255.255  255.255.255.255  Auf Verbindung 127.0.0.1         306
  255.255.255.255  255.255.255.255  Auf Verbindung 131.188.78.174    266
=====

Ständige Routen:
Keine

IPv6-Routentabelle
=====
Aktive Routen:
  If Metrik Netzwerkziel      Gateway
  10 266 ::/0                  fe80::5:73ff:fea0:4e
```

# Fehlersuche – Aktive Tests

- **nslookup / dig** – Interaktion mit dem DNS
- **ping** – ICMP Echo Request ↔ Response
  - Problematisch: Priorisierung und Limitierung
  - Hilfreiche Ziele: Eigene Adresse, Router, Name-Server
- **traceroute, tracert, tracepath, mtr ...**
  - UDP, ICMP oder TCP → steigende TTL → ICMP
  - Heutige, netzinterne Probleme meist zu komplex
  - Probleme wie **ping**, zusätzlich Load Balancing und MPLS
  - Interpretation schwer → Fehldiagnosen
- **Wireshark (früher: Ethereal)**
  - Detaillierte Analyse durch Sniffing

# nslookup und ping

```
Windows PowerShell
PS C:\> nslookup www.dfn.de
Server:  dns1.rrze.uni-erlangen.de
Address:  131.188.0.10

Nicht autorisierende Antwort:
Name:     www.dfn.de
Addresses: 2001:638:206:4::b
          194.95.237.15

PS C:\> ping www.dfn.de

Ping wird ausgeführt für www.dfn.de [2001:638:206:4::b] mit 32 Bytes Daten:
Antwort von 2001:638:206:4::b: Zeit=11ms
Antwort von 2001:638:206:4::b: Zeit=10ms
Antwort von 2001:638:206:4::b: Zeit=11ms
Antwort von 2001:638:206:4::b: Zeit=10ms

Ping-Statistik für 2001:638:206:4::b:
    Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0
    (0% Verlust),
    Ca. Zeitangaben in Millisek.:
        Minimum = 10ms, Maximum = 11ms, Mittelwert = 10ms
PS C:\> ping 194.95.237.15

Ping wird ausgeführt für 194.95.237.15 mit 32 Bytes Daten:
Antwort von 194.95.237.15: Bytes=32 Zeit=13ms TTL=55
Antwort von 194.95.237.15: Bytes=32 Zeit=10ms TTL=55
Antwort von 194.95.237.15: Bytes=32 Zeit=10ms TTL=55
Antwort von 194.95.237.15: Bytes=32 Zeit=9ms TTL=55

Ping-Statistik für 194.95.237.15:
    Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0
    (0% Verlust),
    Ca. Zeitangaben in Millisek.:
        Minimum = 9ms, Maximum = 13ms, Mittelwert = 10ms
PS C:\>
```



# tracert

```
Windows PowerShell
PS C:\> tracert 194.95.237.15

Routenverfolgung zu www.dfn.de [194.95.237.15] über maximal 30 Abschnitte:

  1    4 ms    <1 ms    1 ms    reliant.gate.uni-erlangen.de [131.188.79.254]
  2    2 ms    1 ms    <1 ms    constellation.gate.uni-erlangen.de [131.188.20.213]
  3    2 ms    1 ms    2 ms    yamato.gate.uni-erlangen.de [131.188.20.106]
  4    <1 ms   <1 ms    <1 ms    xr-er11-te1-3.x-win.dfn.de [188.1.234.229]
  5    1 ms    <1 ms    <1 ms    zr-er11-te0-0-0-0.x-win.dfn.de [188.1.145.165]
  6    4 ms    5 ms    5 ms    zr-fra1-te0-7-0-4.x-win.dfn.de [188.1.145.198]
  7    8 ms    7 ms    7 ms    xr-fzk1-te2-3.x-win.dfn.de [188.1.145.50]
  8    9 ms    9 ms    10 ms   kr-sgs1-bck.x-win.dfn.de [188.1.231.210]
  9    9 ms    9 ms    10 ms   www.dfn.de [194.95.237.15]

Ablaufverfolgung beendet.
PS C:\> tracert www.ucla.edu

Routenverfolgung zu www.ucla.edu [2607:f010:3fe:201:0:ff:fe01:32] über maximal 30 Abschnitte:

  1    14 ms   1 ms    1 ms    relitak-hsrp.gate.uni-erlangen.de [2001:638:a00:4f::1]
  2    1 ms    1 ms    1 ms    constellation.gate.uni-erlangen.de [2001:638:a00:bb7:2001:638:a000:103:1]
  3    2 ms    2 ms    3 ms    2001:638:a000:103:1
  4    1 ms    <1 ms    <1 ms    xr-er11-te1-3.x-win.dfn.de [2001:638:c:a039::1]
  5    3 ms    5 ms    1 ms    zr-er11-te0-0-0-0.x-win.dfn.de [2001:638:c:c049::2]
  6    5 ms    5 ms    *       zr-fra1-te0-0-0-2.x-win.dfn.de [2001:638:c:c04a::2]
  7    5 ms    5 ms    4 ms    dfn.rt1.fra.de.geant2.net [2001:798:14:10aa::1]
  8   110 ms   98 ms   98 ms   abilene-wash-gw.rt1.fra.de.geant2.net [2001:798:14:10:ae-8.10.rtr.atla.net.internet2.edu [2001:468:ff:109::xe-1-0-0.rtr.hous.net.internet2.edu [2001:468:ff:1c:ge-6-1-0.0.rtr.losa.net.internet2.edu [2001:468:ff:30:hpr-lax-hpr-i2-newnet.cenic.net [2607:f380:1::108:9a2001:468:e00:c4c::2]
  14   168 ms   168 ms  168 ms  border-1--core-1.backbone.ucla.net [2607:f010:bff:f00:core-1--anderson-1.backbone.ucla.net [2607:f010:bff:e
  15   168 ms   169 ms  168 ms
  16   168 ms   168 ms  168 ms  www.ucla.edu [2607:f010:3fe:201:0:ff:fe01:32]

Ablaufverfolgung beendet.
PS C:\>
```

# Wireshark

The image shows a Wireshark capture of network traffic from a file named 'dynDNS\_wupdatedurchServer.pcap'. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, Help), a toolbar with various icons, and a filter field. The main pane displays a list of 17 captured packets with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, and Info. The packets show a sequence of DHCP and DNS messages, including Discover, Offer, Request, ACK, and Dynamic Update messages. Packet 17 is highlighted in yellow.

| No. - | Time     | Source          | Destination     | Protocol | Info                          |
|-------|----------|-----------------|-----------------|----------|-------------------------------|
| 1     | 0.000000 | 0.0.0.0         | 255.255.255.255 | DHCP     | DHCP Discover - Transaction   |
| 2     | 0.000384 | 10.20.20.4      | 10.20.20.20     | ICMP     | Echo (ping) request           |
| 3     | 0.897257 | 10.20.20.4      | 10.20.20.1      | DNS      | Standard query A router.far-1 |
| 4     | 0.897876 | 10.20.20.1      | 10.20.20.4      | DNS      | Standard query response, No   |
| 5     | 0.898222 | 10.20.20.4      | 10.20.20.1      | DNS      | Standard query A router.far-1 |
| 6     | 0.898719 | 10.20.20.1      | 10.20.20.4      | DNS      | Standard query response, No   |
| 7     | 0.902558 | 10.20.20.4      | 255.255.255.255 | DHCP     | DHCP offer - Transaction      |
| 8     | 0.903891 | 0.0.0.0         | 255.255.255.255 | DHCP     | DHCP Request - Transaction    |
| 9     | 0.904341 | 10.20.20.4      | 10.20.20.1      | DNS      | Dynamic update SOA far-far-a  |
| 10    | 0.986225 | 10.20.20.1      | 10.20.20.4      | DNS      | Dynamic update response       |
| 11    | 0.986682 | 10.20.20.4      | 10.20.20.1      | DNS      | Dynamic update SOA 20.20.10.  |
| 12    | 1.079850 | 10.20.20.1      | 10.20.20.4      | DNS      | Dynamic update response       |
| 13    | 1.147302 | 10.20.20.4      | 255.255.255.255 | DHCP     | DHCP ACK - Transaction        |
| 14    | 1.153343 | D-Link_12:47:cb | Broadcast       | ARP      | who has 10.20.20.20? Gratuit  |
| 15    | 1.251551 | D-Link_12:47:cb | Broadcast       | ARP      | who has 10.20.20.20? Gratuit  |
| 16    | 2.253155 | D-Link_12:47:cb | Broadcast       | ARP      | who has 10.20.20.20? Gratuit  |
| 17    | 3.335431 | 10.20.20.20     | 10.20.20.255    | NRNS     | Registration NR ACADEMY04<00  |

Below the packet list, the details pane shows the structure of the selected packet (Frame 1):

- Frame 1 (342 bytes on wire, 342 bytes captured)
- Ethernet II, Src: D-Link\_12:47:cb (00:50:ba:12:47:cb), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
- Internet Protocol, Src: 0.0.0.0 (0.0.0.0), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)

The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII:

```
0000  ff ff ff ff ff ff 00 50  ba 12 47 cb 08 00 45 00  .....P ..G...E.
0010  01 48 45 c7 00 00 80 11  f3 de 00 00 00 00 ff ff  .HE.....
0020  ff ff 00 44 00 43 01 34  61 a0 01 01 06 00 fe 08  ...D.C.4 a.....
0030  9c 15 00 00 00 00 00 00  00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0040  00 00 00 00 00 00 00 50  ba 12 47 cb 00 00 00 00  .....P ..G....
0050  00 00 00 00 00 00 00 00  00 00 00 00 00 00 00 00  .....
```



Vielen Dank!