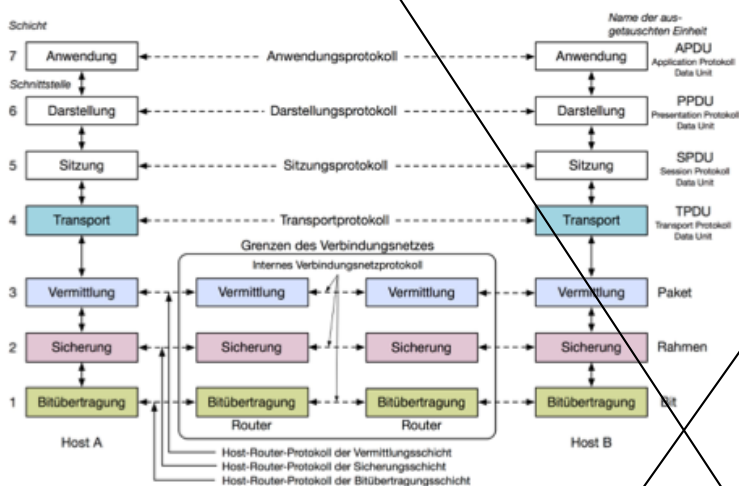


Kapitel 10: DHCP

Wiederholung Schichtenmodell, IP, Transportschicht

Wiederholung BSN-1: Allgemeines

- Wozu Netze?
 - Gemeinsame Nutzung von Ressourcen, z. B. Drucker
 - Gemeinsame Nutzung von Servern
 - Kommunikation
- Problembereiche:
 - Wie werden Signale kodiert?
 - Wie werden Rechner adressiert?
 - Wie kommen die Daten von A nach B?
 - Was bedeuten die empfangenen Daten?
- Warum Schichtenarchitekturen?
 - Niedrigere Komplexität, bessere Verständlichkeit, einfachere Programmierung.

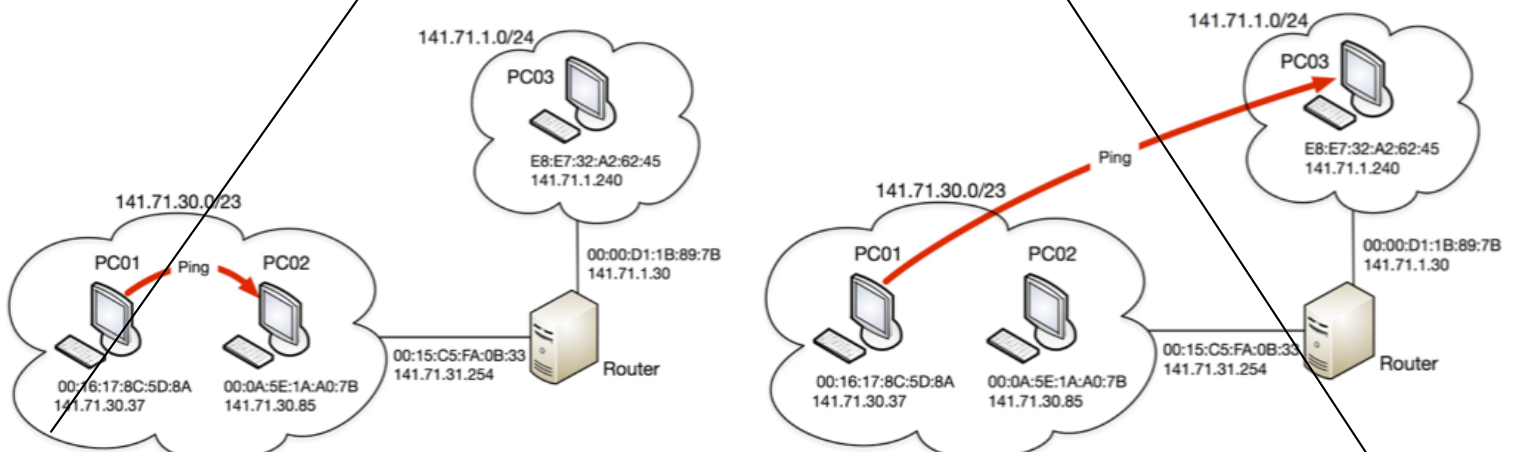


Mindest-Konfigurations-Informationen in IP

Welche IP-Adresse habe ich im LAN?

Welches sind andere lokale IP-Adressen im LAN?

Wo ist der „Ausgang“ aus dem LAN?



DHCP in IPv4

BOOTP: Die Anfänge

- **BOOTP = Bootstrap Protocol**
 - **Einstellung der Netzwerk-Adresse von Terminals und festplattenlosen Workstations zur Vorbereitung der Übertragung des Betriebssystems (Kernel).**
 - BOOTP stellt weitere Konfigurationsparameter für den Client-Rechner zur Verfügung z. B.:
 - o **Subnetzmaske, Gateway, Bootserver**
 - Übertragung des Betriebssystems erfolgt i. A. mit **TFTP (Trivial File Transfer Protocol)**
 - Ersetzt und erweitert Reverse Address Resolution Protocol (RARP).
- einen Computer eine IP-Adresse und weitere Dinge zu geben?

DHCP: Motivation, Allgemeines, Aufgaben

- BOOTP reicht nicht aus, da zusätzliche Optionen nötig bzw. gewünscht sind.
 - **DHCP = Dynamic Host Configuration Protocol.**
 - **Zuweisung einer IP-Adresse an einen Client Rechner.**
 - DHCP stellt weitere Konfigurationsparameter für den Client-Rechner zur Verfügung z. B.:
 - o Adressen von DNS-Servern, Broadcast Adresse, Adresse des Routers, Netz-Maske
 - **Vorteile:** sind u. A.:
 - **Niedriger Aufwand bei der Konfiguration der Clients** => mehr Sicherheit
 - **Wiederverwendung von IP-Adressen, z. B. bei Laptops**
- IP-Adresse
- Standard-Optionen
- Subnetzmaske
- DNS-Server

DHCP: Eigenschaften

- DHCP erweitert das **BOOTP** Protokoll
- Es benutzt Standard-Port-Nummern
 - o **Server: Port-Nr. 67**
 - o **Client: Port-Nr. 68**
- DHCP bietet drei Zuweisungsmechanismen für IP-Adressen:
 - o **Automatische Zuweisung**, d. h. der Server weist eine beliebige aber feste Adresse aus dem vorhandenen Bereich zu.
 - o **Dynamische Zuweisung**, d. h. der Server weist eine Adresse auf Zeit zu (engl. leasing). Der Client muss die Adresse nach Ablauf erneuern oder zurückgeben.
 - o **Manuelle Zuweisung**, d. h. der Netzverwalter wählt die Adresse aus. DHCP transportiert nur die Daten.

DHCP: Zuweisungstechniken

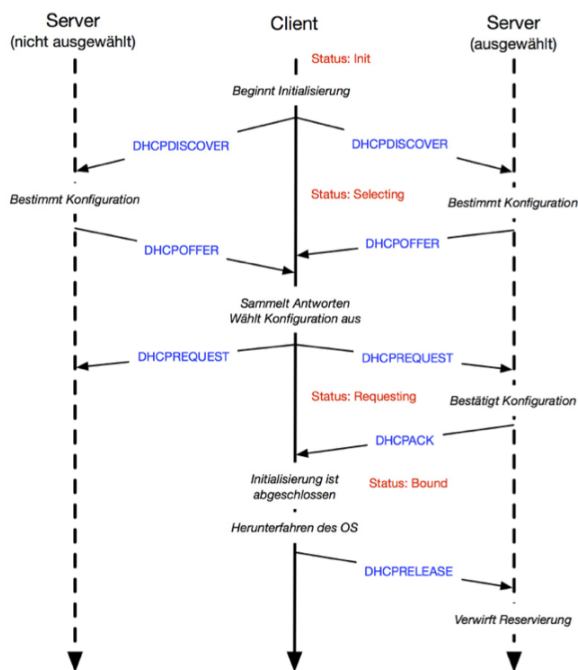
- **Die Automatische Zuweisung** weist einem Client **eine beliebige, aber feste Adresse** zu. Dem Client wird bei seiner ersten Verbindung am Netz eine freie Adresse mitgeteilt. Diese Adresse wird dem Client ab jetzt **jedes Mal** zugewiesen, wenn er sich wieder in diesem Netz befindet.
Geeignet für Netze, in denen für jeden Rechner eine IP-Adresse vorhanden ist und wo nur die Konfiguration der einzelnen Clients so einfach wie möglich sein soll.
- **Die Dynamische Zuweisung:** Der Client bekommt **die Adresse** nur für einen **bestimmten Zeitraum** (lease) zugewiesen. Anschließend wird die Adresse wieder **frei** und kann **anderweitig vergeben** werden. Falls der Client die Adresse länger benötigt, dann kann er den Zeitraum natürlich verlängern.
Geeignet für Netze, in denen mehr Clients als Adressen vorhanden sind, in denen die Clients aber nicht permanent im Netz sind.
Beispiel: Mitarbeiter mit Laptops, die öfter woanders arbeiten.
- **Die Manuelle Zuweisung:** Der **Administrator** erstellt die Konfiguration so, dass **bestimmte Rechner immer eine feste Adresse zugewiesen bekommen**. Geeignet für Netze, in denen Rechner immer unter derselben, vorab bekannten IP-Adresse erreichbar sein müssen.

DHCP Nachrichten-Typen

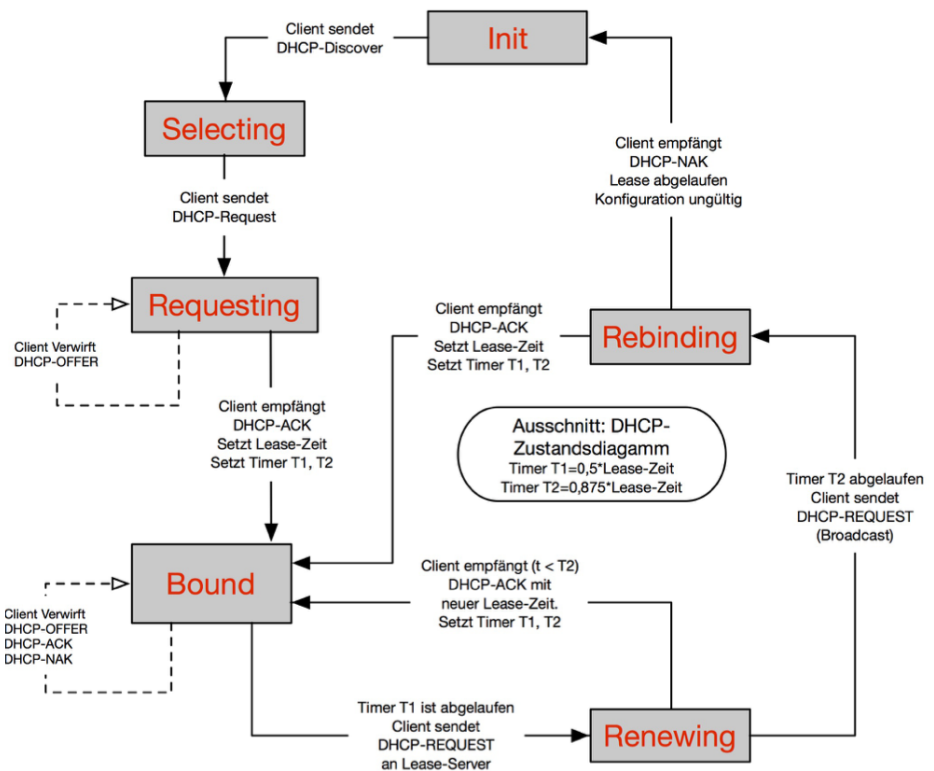
Das DHCP-Protokoll verwendet verschiedene **Nachrichten-Typen**:

- **DHCP DISCOVER**: Nachricht, die ein DHCP-Client als **Broadcast** verschickt, um im Netz nach **verfügbaren DHCP-Server** zu suchen.
- **DHCP OFFER**: Antwort eines **DHCP-Servers** auf DHCP-DISCOVER, die als **Broadcast** oder **Unicast** versendet wird. Dem **DHCP-Client** werden **Konfigurationsparameter** angeboten.
- **DHCP REQUEST**: **Broadcast** des **DHCP-Clients** an **alle DHCP-Server**. Mit dieser Nachricht werden die in der OFFER-Nachricht eines Servers angebotenen Parameter **akzeptiert** und gleichzeitig alle übrigen Angebote **abgewiesen**.
- **DHCP ACK**: Nachricht eines **DHCP-Servers** an einen **DHCP-Client**, die die **Konfigurationsparameter** zusammen mit der **Netzwerkadresse** enthalten.
- **DHCP NAK**: Nachricht eines **DHCP-Servers** an einen **DHCP-Client**, die eine Anfrage für bestimmte Konfigurationsparameter **ablehnt**.
- **DHCP DECLINE**: Nachricht eines **DHCP-Clients** an einen **DHCP-Server**, dass Konfigurationsparameter **ungültig** sind.
- **DHCP RELEASE**: Nachricht eines **DHCP-Clients** an einen **DHCP-Server**, dass er die Konfiguration **nicht** mehr benötigt.

DHCP: Ablauf und Funktionsprinzip



DHCP: Zustands-Diagramm (Ausschnitt)



DHCP und Port-Nummern

- Bevor das DHCP Protokoll abgearbeitet wurde, ist der IP-Stack des DHCP-Clients noch gar nicht initialisiert! Die Ebenen darunter können jedoch schon benutzt werden.
- Im DHCP Protokoll soll jedoch auch die Ebene über IP, nämlich TCP bzw. UDP benutzt werden (konkret die Port-Nummern). Wie kann das gehen? Auszug aus dem **RFC 2131**:
- In the case of a client using DHCP for initial configuration (before the client's TCP/IP software has been completely configured), DHCP requires creative use of the client's TCP/IP software and liberal interpretation of RFC 1122. The TCP/IP software SHOULD accept and forward to the IP layer any IP packets delivered to the client's hardware address before the IP address is configured;

SYN ACK FIN Seq Nr.

Adressierung der DHCP Nachrichten

- Da der DHCP-Client noch **keine** IP-Konfiguration hat kann er keine IP-Adressen benutzen.
- Statt dessen werden **MAC-Adressen** benutzt.

DHCP DISCOVER

adressiert an MAC:

FF-FF-FF-FF-FF-FF

DHCP OFFER

adressiert an die:

MAC des Clients

DHCP REQUEST

adressiert an MAC:

FF-FF-FF-FF-FF-FF *hier die Abkürzung!*

DHCP ACK

adressiert an die:

MAC des Clients

Beispiel: DHCP-DISCOVER

```
292 4.896087 0.0.0.0 255.255.255.255 DHCP 342 DHCP Discover
> Frame 292: 342 bytes on wire (2736 bits), 342 bytes captured (2736 bits)
> Ethernet II, Src: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
> Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0 (0.0.0.0), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
> User Datagram Protocol, Src Port: bootpc (68), Dst Port: bootps (67)
> Bootstrap Protocol (Discover)
  Message type: Boot Request (1)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0xcd80b472
  Seconds elapsed: 0
  Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Client MAC address: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  Option: (53) DHCP Message Type (Discover)
  Option: (61) Client identifier
  Option: (50) Requested IP Address
    Length: 4
    Requested IP Address: leda.inform.fh-hannover.de (141.71.30.84)
  Option: (12) Host Name
  Option: (60) Vendor class identifier
  Option: (55) Parameter Request List
  Option: (255) End
  Padding
```

DHCP Discover

Client verlangt nach einer bestimmten IP

Beispiel: DHCP-OFFER

```
295 4.896703 dhcp.inform.fh-hannover.leda.inform.fh-hannover DHCP 343 DHCP Offer - Transaction ID 0xcd80b472
> Frame 295: 343 bytes on wire (2744 bits), 343 bytes captured (2744 bits)
> Ethernet II, Src: ns.inform.fh-hannover.de (00:50:56:81:62:63), Dst: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
> Internet Protocol Version 4, Src: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16), Dst: leda.inform.fh-hannover.de (141.71.30.84)
> User Datagram Protocol, Src Port: bootps (67), Dst Port: bootpc (68)
> Bootstrap Protocol (Offer)
  Message type: Boot Reply (2)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0xcd80b472
  Seconds elapsed: 0
  Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Your (client) IP address: leda.inform.fh-hannover.de (141.71.30.84)
  Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Client MAC address: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
  Option: (54) DHCP Server Identifier
    Length: 4
    DHCP Server Identifier: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16)
  Option: (51) IP Address Lease Time
    Length: 4
    IP Address Lease Time: (28800s) 8 hours
  Option: (1) Subnet Mask
  Option: (15) Domain Name
  Option: (3) Router
  Option: (6) Domain Name Server
  Option: (255) End
```

Der Server bietet eine IP-Adresse an

DHCP Offer

Der Server identifiziert sich

Der Server gibt die Lease-Zeit vor

Beispiel: DHCP-REQUEST

```
298 4.896892 0.0.0.0 255.255.255.255 DHCP 369 DHCP Request
> Frame 298: 369 bytes on wire (2952 bits), 369 bytes captured (2952 bits)
> Ethernet II, Src: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
> Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0 (0.0.0.0), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
> User Datagram Protocol, Src Port: bootpc (68), Dst Port: bootps (67)
> Bootstrap Protocol (Request)
  Message type: Boot Request (1)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0xcd80b472
  Seconds elapsed: 0
  Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Client MAC address: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  Option: (53) DHCP Message Type (Request)
  Option: (61) Client identifier
  Option: (50) Requested IP Address
    Length: 4
    Requested IP Address: leda.inform.fh-hannover.de (141.71.30.84)
  Option: (54) DHCP Server Identifier
    Length: 4
    DHCP Server Identifier: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16)
  Option: (12) Host Name
  Option: (81) Client Fully Qualified Domain Name
  Option: (60) Vendor class identifier
  Option: (55) Parameter Request List
  Option: (255) End
  Option End: 255
```

DHCP Request

Client Identifier

Server Identifier

Beispiel: DHCP-ACK

```
301 4.897497 dhcp.inform.fh-hannover.leda.local DHCP 343 DHCP ACK - Transaction ID 0xcd80b472
> Frame 301: 343 bytes on wire (2744 bits), 343 bytes captured (2744 bits)
> Ethernet II, Src: ns.inform.fh-hannover.de (00:50:56:81:62:63), Dst: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
> Internet Protocol Version 4, Src: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16), Dst: leda.local (141.71.30.84)
> User Datagram Protocol, Src Port: bootps (67), Dst Port: bootpc (68)
> Bootstrap Protocol (ACK)
  Message type: Boot Reply (2)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0xcd80b472
  Seconds elapsed: 0
  Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Your (client) IP address: leda.local (141.71.30.84)
  Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Client MAC address: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  Option: (53) DHCP Message Type (ACK)
  Option: (54) DHCP Server Identifier
    Length: 4
    DHCP Server Identifier: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16)
  Option: (51) IP Address Lease Time
  Option: (1) Subnet Mask
  Option: (15) Domain Name
  Option: (3) Router
    Length: 4
    Router: inga-intern.inform.fh-hannover.de (141.71.31.254)
  Option: (6) Domain Name Server
  Option: (255) End
```

DHCP ACK

Der Server identifiziert sich

Beispiel: DHCP-RELEASE

```
196 2.878565 leda.local dhcp.inform.fh-hannover DHCP 342 DHCP Release - Transaction ID 0xd70d61e1
> Frame 196: 342 bytes on wire (2736 bits), 342 bytes captured (2736 bits)
> Ethernet II, Src: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63), Dst: ns.inform.fh-hannover.de (00:50:56:81:62:63)
> Internet Protocol Version 4, Src: leda.local (141.71.30.84), Dst: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16)
> User Datagram Protocol, Src Port: bootpc (68), Dst Port: bootps (67)
> Bootstrap Protocol (Release)
  Message type: Boot Request (1)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0xd70d61e1
  Seconds elapsed: 0
  Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: leda.local (141.71.30.84)
  Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
  Client MAC address: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  Option: (53) DHCP Message Type (Release)
  Option: (54) DHCP Server Identifier
    Length: 4
    DHCP Server Identifier: dhcp.inform.fh-hannover.de (141.71.30.16)
  Option: (61) Client identifier
    Length: 7
    Hardware type: Ethernet (0x01)
    Client MAC address: 141.71.30.84 (14:da:e9:b8:58:63)
  Option: (255) End
  Padding
```

DHCP Release

DHCP: Übersicht der Netzwerkeinstellungen

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
C:\Users\fnueller>ipconfig -all

Windows-IP-Konfiguration

Hostname . . . . . : Leda
Primäres DNS-Suffix . . . . . : inform.fh-hannover.de
Knotentyp . . . . . : Hybrid
IP-Routing aktiviert . . . . . : Nein
VINS-Proxy aktiviert . . . . . : Nein
DNS-Suffixsuchliste . . . . . : inform.fh-hannover.de

Ethernet-Adapter Ethernet 2:

Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
Beschreibung . . . . . : 3Com 3C2000-T-Gigabit-Adapter
Physische Adresse . . . . . : 00-00-5E-10-A0-7B
DHCP aktiviert . . . . . : Nein
Autokonfiguration aktiviert . . . . : Ja

Ethernet-Adapter Ethernet:

Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: inform.fh-hannover.de
Beschreibung . . . . . : Controller der Familie Realtek PCIe GBE
Physische Adresse . . . . . : 14-D0-E9-B8-58-63
DHCP aktiviert . . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . . : Ja
IPv4-Adresse . . . . . : 141.71.30.84(Bevorzugt)
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.254.0
Lease erhalten . . . . . : Mittwoch, 23. September 2015 10:41:09
Lease läuft ab . . . . . : Mittwoch, 23. September 2015 18:41:20
Standardgateway . . . . . : 141.71.31.254
DHCP-Server . . . . . : 141.71.30.16
DNS-Server . . . . . : 141.71.30.1
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert
```

DHCP: Konfiguration eines Servers

Planung:

- Erstellen und dokumentieren eines **Konzepts** für die Einteilung der IP-Adressen im lokalen Netzwerk.

Umsetzung:

- **Übersetzen** des erarbeiteten Konzepts in eine **Konfigurationsdatei** des DHCP-Servers.

Test:

- Starten des DHCP-Prozesses auf der Server-Hardware, bzw. dafür sorgen, dass dieser beim Systemstart automatisch ausgeführt wird.
Durchführen von **Funktionstests**.

DHCP: Server-Parameter

subnet:

Ein DHCP-Server kann die Adressen aus mehreren Subnetzen verwalten, daher werden die einzelnen Subnetze in der Konfigurationsdatei deklariert.

range from to:

Definiert die Bereiche aus denen der DHCP-Server IP-Adressen vergeben darf. Kommt in einem subnet Block vor.

default-lease-time seconds:

Falls der Client nicht sagt wie lange er die IP-Adresse wohl brauchen wird.

max-lease-time seconds:

Wie lange ein lease maximal erlaubt ist (falls keine Verlängerung erfolgt).

group:

Erlaubt die Gruppierung von gleichartigen Clients, so dass bestimmte, für alle Clients gleiche Definitionen nur einmal vorgenommen werden müssen.

host:

Erlaubt spezielle Einstellungen für einzelne Clients zu definieren. Clients werden i. d. R. durch die MAC-Adresse der Netz Karte identifiziert.

allow | deny | ignore:

Sagt dem Server wie er unbekannte Clients (zu denen es keinen host Eintrag gibt) behandeln soll.

option:

Legt spezielle Optionen für den Bereich fest.

DHCP: Aufbau einer Server-Konfigurationsdatei

```
# globale parameter
...
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {
    # subnet specific parameters
    range 192.168.0.50 192.168.0.150;
}
subnet 192.168.17.0 netmask 255.255.255.0 {} ...
group {
    # group specific parameters
    host zappo.inform.hs-hannover.de {
        # host specific parameters
    } ...
}
```

DHCP: Konfiguration eines Servers / Konzept

- Wie viele Rechner sind im Netz, welche Netzmaske soll benutzt werden?
 - o 50-200, davon max. 100 gleichzeitig
- Welche Maschinen/Server bekommen feste IP-Adressen?
 - o Fileserver = 2, Druckserver = 3, DHCP = 4
- Welche IP-Adresse bekommt der Router?
 - o Gateway (Router) = 250
- Welche Adressen sollen automatisch vergeben werden?
 - o 192.168.0.50 - 192.168.0.200
- Wie lange soll ein lease dauern?
 - o Normal: 10 Minuten, Maximal: 120 Minuten

DHCP: Management der Adressen

Woher weiß der DHCP-Server, welche IP-Adressen er schon vergeben hat und welche noch frei sind? #

```
/var/lib/dhcp/dhcpd.leases (Debian, Ubuntu)
lease 192.168.0.90 {
    starts 3 2002/08/28 18:57:11;
    ends 3 2002/08/28 19:07:11;
    tstp 3 2002/08/28 19:07:11;
    binding state free;
    hardware ethernet 00:10:a4:84:d1:16;
    uid "\001\000\020\244\204\321\000\026";
    client-hostname "MB005";
} ...
lease 192.168.0.89 {
    starts 5 2002/09/20 17:26:22;
    ends 5 2002/09/20 19:26:22;
    tstp 5 2002/09/20 19:26:22;
    binding state free;
    hardware ethernet 00:a0:cc:62:d7:95;
    uid "\001\000\240\314b\327\225";
} ...

lease 192.168.0.88 {
    starts 1 2002/09/23 17:00:39;
    ends 1 2002/09/23 19:00:39;
    tstp 1 2002/09/23 19:00:39;
    binding state free;
    hardware ethernet 00:08:74:07:33:c2;
    uid "\001\000\010t\0073\302";
    client-hostname "castor";
} ...
lease 192.168.0.88 {
    starts 3 2002/09/25 18:37:50;
    ends 3 2002/09/25 20:37:50;
    binding state active;
    next binding state free;
    hardware ethernet 00:08:74:07:33:c2;
    uid "\001\000\010t\0073\302";
    client-hostname "castor";
}
```

DHCP: Server installieren und starten

1. Das Paket mit der DHCP-Server Software installieren.
2. Manual Seiten anschauen: man dhcpd oder man dhcpd.conf
3. Konfiguration des Servers erstellen und speichern.
Ubuntu: /etc/dhcp/dhcpd.conf
4. Den DHCP-Server Prozess starten.
Einmaliger Start: `/etc/init.d/isc-dhcp-server start`
Einmaliger Stopp: `/etc/init.d/isc-dhcp-server stop`
5. Bei Änderungen an der Konfiguration muss der Serverprozess dazu gebracht werden, die Datei erneut zu lesen.
Neustart: `/etc/init.d/isc-dhcp-server restart`

Zusammenfassung

Schichtenmodelle und Protokolle

- Zweck, Terminologie, TCP/IP Stack

Mit **DHCP** lässt sich ein **lokales Netz** einfach verwalten und neue Endgeräte, ohne weitere Einstellungen am Endgerät vorzunehmen, in ein Netzwerk integrieren.

- DHCP-Funktionen: Zuweisen von IP-Adresse, Netzmaske und Default-Gateway, etc.
- Einrichten eines Client.
- Einrichten eines Servers.