

## Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Die TCP/IP-Protokoll-Familie hat in den letzten Jahren aufgrund ihrer Flexibilität und Effizienz vor allem im Internet regen Zuspruch erhalten. Viele mittlere und große Firmen haben ihre oft weltumspannenden Netze auf TCP/IP umgestellt oder sind gerade im Begriff, dies zu tun.

### DIRK PELZER

TCP/IP hat jedoch auch einen nicht zu verleugnenden Nachteil, nämlich die aufwendige Wartung und Einrichtung der Netzwerk-Parameter speziell bei großen Netzen. Umzüge von Abteilungen oder einzelnen Mitarbeitern sind in der Regel immer mit einer Änderung der IP-Adressen sowie weiterer Parameter, wie beispielsweise der Subnet-Mask, verbunden. Eine automatische und dynamische Verteilung der IP-Adressen sowie der übrigen Parameter könnte eine enorme Zeit- und somit auch Kostensparnis bewirken. Die Internet Engineering Task Force, die dieses Problem erkannt hat, hat sich frühzeitig um Abhilfe bemüht und im Request for Comments (RFC) 951 das Bootstrap Protocol (BOOTP) definiert. Darauf aufbauend wurde im Oktober 1993 das Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) im RFC 1531 veröffentlicht. DHCP gestattet es einem Netzwerk-Administrator alle TCP/IP-Konfigurationsparameter zentral zu verwalten und zu warten. Im folgenden wird ausführlich auf die Möglichkeiten von DHCP eingegangen und es wird der Mechanismus des Protokolls erläutert.

DHCP besteht prinzipiell aus zwei Komponenten. Zum einen dem Protokoll, das die Übertragung der Konfigurationsparameter von einem DHCP-Server zu den Clients steuert und zum anderen einem Mechanismus für die Zuweisung von Netzwerk-Adressen an die Clients. Es werden drei Arten der IP-Adress-Zuweisung unterstützt: automatische, dynamische und manuelle Zuweisung. Die automatische Zuweisung weist einem Rechner eine beliebige aber feste IP-Adresse zu. Das heißt dem Client wird bei seiner allerersten Anmeldung am Netz eine freie Adresse mitgeteilt und er bekommt diese jedesmal zugewiesen, wenn er sich wieder am Netz anmeldet. Bei dieser Art der Zuweisung kann eine einmal vergebene IP-Adresse nicht weitergegeben werden, falls sie zu bestimmten Zeitpunkten von einem Client nicht benötigt wird. Bei der dynamischen Zuweisung

wird einem Rechner eine IP-Adresse für einen bestimmten Zeitrahmen zugewiesen. Dieser Zeitrahmen wird mit dem englischen Wort "Lease" bezeichnet. Der Rechner kann aber auch von sich aus die Adresse vorher wieder freigeben, wenn er sie selbst nicht mehr benötigt. Der Vorteil besteht darin, daß eine von einem Client nicht mehr benötigte IP-Adresse an einen beliebigen anderen Client vergeben werden kann. Die manuelle Zuweisung schließlich ermöglicht es dem Administrator, einem Client eine Adresse explizit zuzuweisen. DHCP wird in diesem Fall nur noch als "Transportmittel" benötigt. Der Administrator legt also von vornherein fest, welcher Client welche Konfiguration zugewiesen bekommt. Es ist leicht ersichtlich, daß nur die dynamische Zuweisung geeignet ist, um automatisch nicht mehr von einem Rechner benötigte IP-Adressen wieder zu vergeben und somit die größte Flexibilität bietet.

DHCP unterstützt auch die im Bootstrap Protocol definierten BOOTP Relay-Agents (Abbildung 2). Ein solcher Agent hat die Aufgabe DHCP-Nachrichten an Netzsegmente weiterzuleiten, die nicht über einen eigenen DHCP-Server verfügen. Er übernimmt also gewissermaßen eine Routerfunktionalität auf DHCP-Ebene. Der Einsatz von Relay-Agents hat den Vorteil, daß nicht für jedes Subnetz ein eigener DHCP-Server zur Verfügung gestellt werden muß. Andererseits besteht die Gefahr, daß beim Ausfall eines Relay-Agents oder eines DHCP-Servers die Clients nicht in der Lage sind, am Netzwerkbetrieb teilzuhaben. Es ist also auf jeden Fall sinnvoll, sich über den Einsatz von Relay-Agents genaue Gedanken zu machen und gegebenenfalls Rechner als Backup-DHCP-Server oder Backup-Relay-Agents zu konfigurieren. Ein Relay-Agent wird entweder in einen Internet-Router oder einen für diesen Zweck konfigurierten Rechner implementiert. DHCP ist weder für die Registrierung von neu konfigurierten Rechnern im Domain Name System (DNS) noch für die Konfigurierung von (IP-)Routern konzipiert.

## Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

### Ablauf der Initialisierung mit DHCP

DHCP kennt insgesamt sieben Nachrichten, die in Kasten 2 erläutert sind: DHCPDISCOVER, DHCPOFFER, DHCPREQUEST, DHCPACK, DHCPNAK, DHCPDECLINE und DHCPRELEASE. Mit diesen Nachrichten wird der gesamte Informationsaustausch zwischen DHCP-Clients und DHCP-Servern gesteuert. Nachfolgend wird der Initialisierungsprozess aus der Sicht des Client für eine dynamische Zuweisung beschrieben. Abbildung 1 zeigt das Zustands-Übergangs-Diagramm für die Initialisierung. Der Client befindet sich beim Hochfahren zunächst im Zustand INIT. Er sendet dann die Nachricht DHCPDISCOVER als Broadcast auf sein lokales Subnetz, um von einem DHCP-Server die für ihn benötigten Konfigurations-Parameter zu erhalten. Der Client darf zu diesem Zeitpunkt einen Vorschlag für die notwendigen Parameter machen. Dies kann der Fall sein, wenn der Client schon einmal mit den entsprechenden Werten versorgt war und er diese beispielsweise in einer Datei hinterlegt hatte. Ein Wert, der auf jeden Fall mit übergeben werden muß, ist die Hardware-Adresse des Client, da nicht erwartet werden kann, daß dieser über eine IP-Adresse für Nachrichten eines DHCP-Servers erreichbar ist. Die DHCPDISCOVER Nachricht wird über eventuell vorhandene Relay-Agents auch an weitere Subnetze weitergeleitet, da nicht unbedingt jedes Subnetz über einen DHCP-Server verfügt. Der Client geht anschließend in den Zustand SELECTING über. In diesem Zustand wartet er auf Konfigurations-Angebote in Form von DHCPOFFER-Nachrichten von Seiten der DHCP-Server, die auf seinen Request hin antworten. Jeder DHCP-Server kann auf ein DHCPDISCOVER mit einer DHCPOFFER-Message antworten. Ein Server wird versuchen einem DHCP-Client direkt, also mit einem Unicast auf eine Anfrage zu antworten. Dies ist jedoch nur möglich, wenn der Client schon über eine IP-Adresse, beispielsweise aus einer vorangegangenen Sitzung verfügt, deren Leasedauer noch nicht abgelaufen ist. Ansonsten sendet ein DHCP-Server seine Nachricht an eine Broadcast-Adresse (normalerweise 255.255.255.255). In dieser Nachricht ist dann auch die Hardware-Adresse des Client mit enthalten, die dieser mit DHCPDISCOVER übergeben hatte. Sobald sich der Client für das Konfigurationsangebot eines Servers entschieden

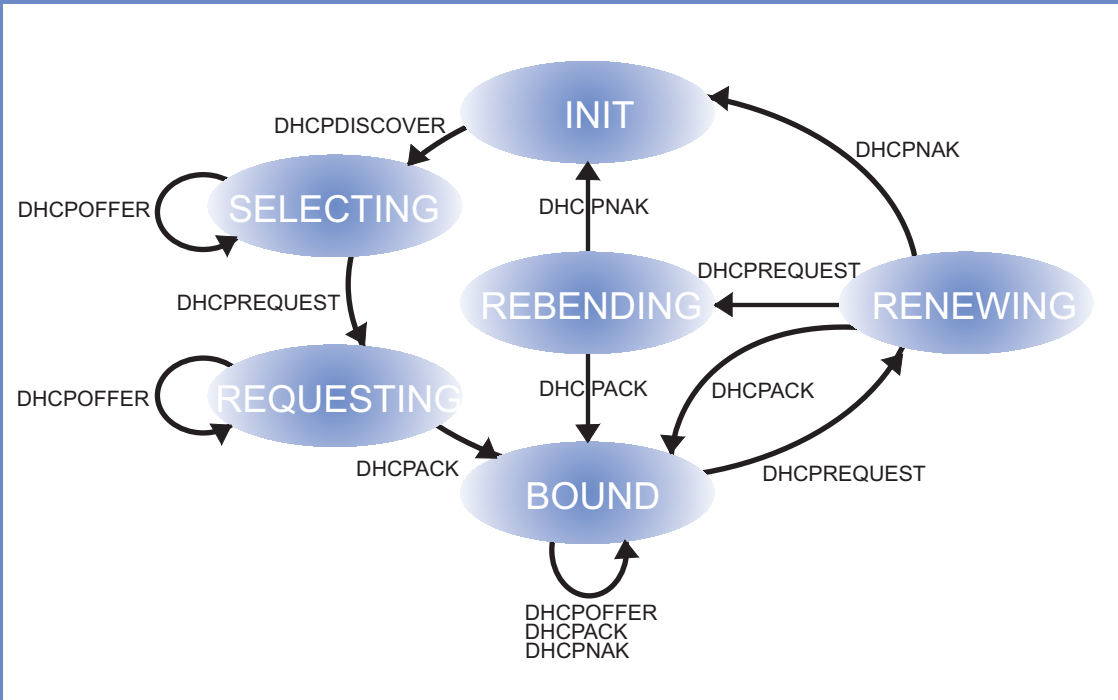
hat, geht er vom Zustand SELECTING in den Zustand REQUESTING über. Dabei versendet der Client die Nachricht DHCPREQUEST als Broadcast. Diese Mitteilung enthält einen sogenannten "Server Identifier", der die Bezeichnung desjenigen DHCP-Servers enthält, dessen Konfigurations-Parameter sich der Client ausgewählt hat. Damit alle übrigen DHCP-Server, die möglicherweise eine Konfiguration für den Client reserviert hatten, mitbekommen, daß sich der Client für einen anderen Server entschieden hat, wird diese Nachricht als Broadcast versendet. Die betreffenden Server können dann die reservierten Parameter wieder freigeben und anderen Clients anbieten. Eventuell noch weitere eintreffende DHCPOFFER-Nachrichten werden im Zustand REQUESTING vom Client ignoriert und stillschweigend verworfen. Der Server, der vom Client ausgewählt wurde, antwortet mit der Nachricht DHCPACK, die alle Konfigurationsparameter für den Client enthält. Mit dem Empfang von DHCPACK wechselt der Client in den Zustand BOUND. In diesem Zustand werden alle eintreffenden Nachrichten DHCPOFFER, DHCPACK und DHCPNAK ignoriert und verworfen. Der Client ist ab diesem Zeitpunkt an in der Lage, TCP/IP-Pakete von anderen Rechnern zu empfangen und auch selbst Pakete zu versenden. Auf der Client-Seite werden zwei Timer T1 und T2 verwaltet, die für den weiteren Ablauf maßgeblich sind. Die Werte für T1 und T2 werden vom Server vorgegeben und haben, solange nichts anderes angegeben ist, folgende Werte:  $T1=0,5 * \text{Leasedauer}$ ,  $T2=0,875 * \text{Leasedauer}$ . Wenn die Zeit T1 abgelaufen ist, geht der Client in den Zustand RENEWING über. Er sendet eine DHCPREQUEST-Nachricht direkt an den Server, von dem er seine aktuelle Konfiguration erhalten hat. Mit dem Senden dieser Nachricht verfolgt der Client die Absicht, seine ihm zugeteilte Leasedauer zu verlängern. Empfängt der Client innerhalb einer Zeitdauer, die kleiner als T2 ist, ein DHCPACK mit einer neuen Leasedauer vom Server, so geht er wieder in den Zustand BOUND über. Sollte innerhalb der Zeit T2 keine Nachricht vom Server erfolgen, so geht der Client in den Zustand REBINDING und schickt einen DHCPREQUEST an alle DHCP-Server (Broadcast), um seine Leasedauer zu verlängern. Auch hier gilt wieder: erhält der Client ein DHCPACK, so ist die Zeitspanne des Lease erneuert und der Client begibt sich in den Zustand BOUND. Wenn der

## Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

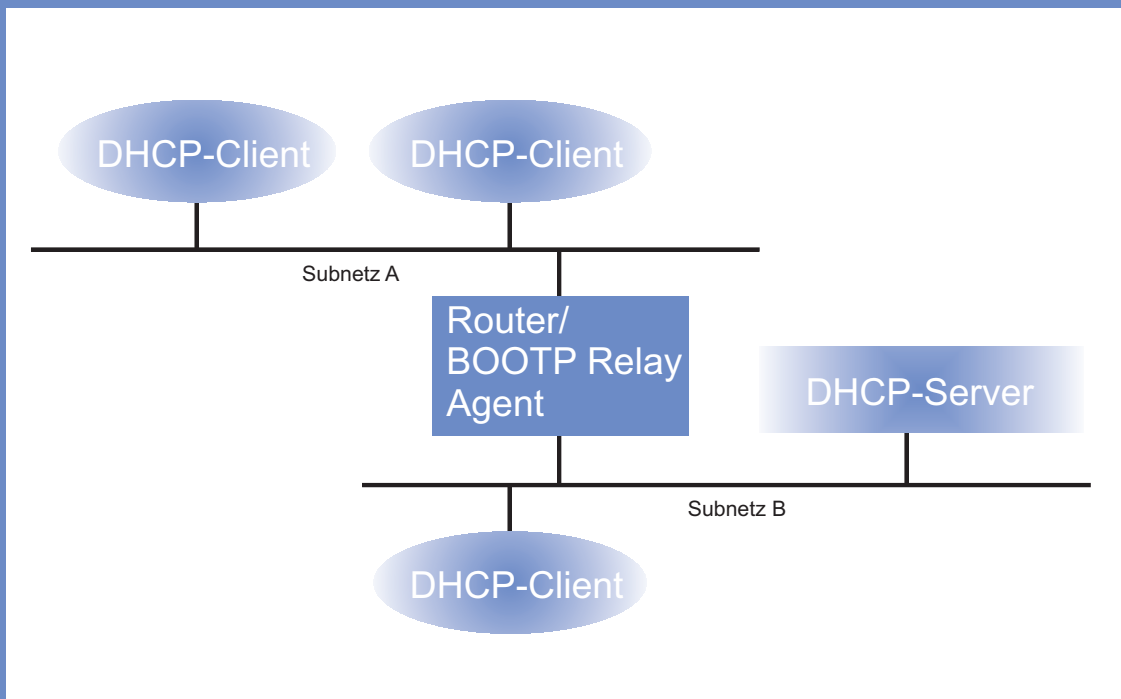
Client im Zustand RENEWING oder REBINDING eine DHCPNAK-Nachricht vom einem Server erhält oder die Leasedauer abläuft, so begibt er sich in den

Zustand INIT. Er muß dann alle Netzwerkaktivitäten einstellen und die Initialisierungs-Prozedur erneut beginnen.

1



2



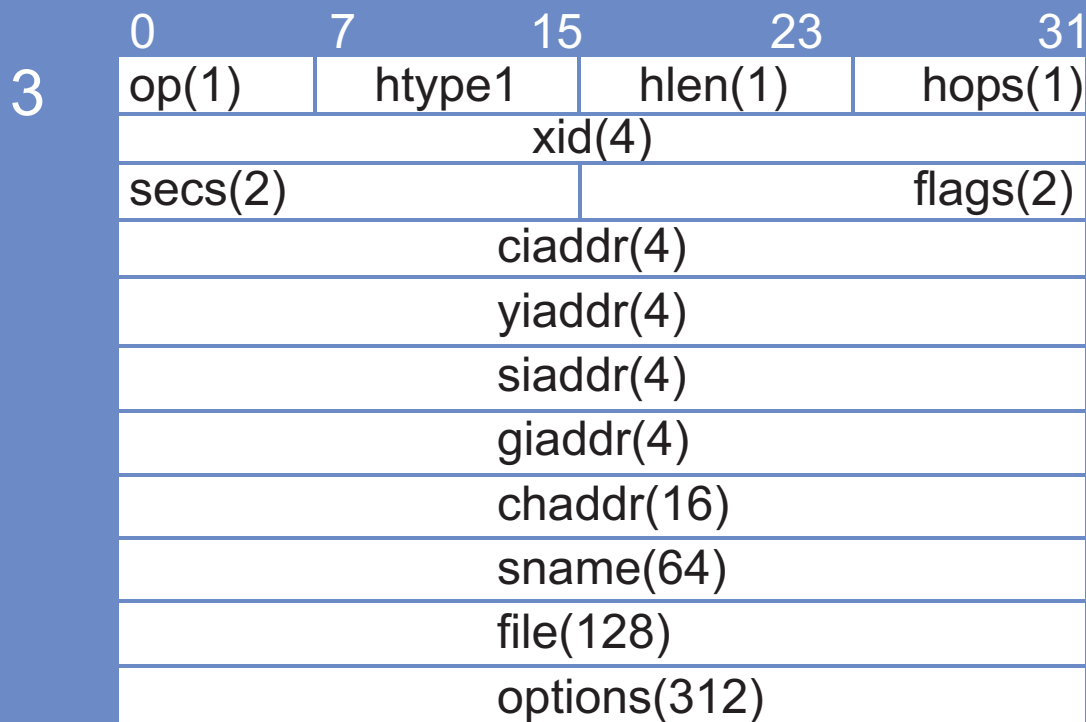
## Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

### Aufbau einer DHCP-Nachricht

Abbildung 3 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer DHCP-Nachricht. Die Werte, die in Klammern hinter den jeweiligen Feldbezeichnern stehen, geben die Länge des betreffenden Feldes in Oktetten an. Der Aufbau einer DHCP-Nachricht ist mit dem Aufbau einer BOOTP-Nachricht identisch. Lediglich das Feld "flags" und das Feld "options" werden unter DHCP etwas anders verwendet. Das "flags"-Feld wird von BOOTP nicht benutzt und das "options"-Feld heißt unter BOOTP "vend"-Field und enthält hersteller- (vendor-) spezifische Einträge. Kasten 3 erläutert die einzelnen Felder.

Das "options"-Feld ist in seiner Verwendung sehr vielfältig und wird nachfolgend noch etwas ausführlicher behandelt. Dieses Feld enthält die DHCP-Optionen, die in einem eigenen RFC mit der Nummer 1533 dargelegt sind. Die DHCP-Optionen haben das gleiche Format wie "vendor extensions" des Bootstrap-Protokolls, die ebenfalls in RFC 1533 aufgelistet sind. Alle BOOTP "vendor extensions" sind gleichzeitig DHCP-Optionen. Wenn die Optionen im Zusammenhang mit dem Bootstrap-Protokoll verwendet werden, so wird den ersten vier

Oktetten der Wert des sogenannten "magic cookie" (RFC 951) zugewiesen, der den Modus festlegt, wie die nachfolgenden Daten interpretiert werden müssen. Der Wert des "magic cookie" ist 99.130.83.99 (dezimal). Die Optionen können feste oder variable Länge haben. Der grundsätzliche Aufbau der Optionen folgt dem Schema wie in Abbildung 4 dargestellt. Der Code besteht aus einem Oktett und gibt an, um welche Option es sich handelt. Die Optionen mit den Nummern 0 bis 49 können sowohl für BOOTP als auch für DHCP verwendet werden. Die Optionen mit den Nummern 50 bis 61 finden ausschließlich in DHCP ihre Verwendung. Das Längenfeld gibt an, wieviele Oktette noch nachfolgen. Im Wert-Feld folgen schließlich die zu übertragenden Optionen. Beispielhaft soll hier dargestellt werden, wie die Option für die Subnet-Mask für TCP/IP aussieht. Abbildung 5 zeigt die Werte für die einzelnen Felder. Der Code für die Option Subnet-Mask lautet 1, die Länge der nachfolgenden Oktette hat den Wert 4 und die vier folgenden Oktette enthalten den Wert für die Subnet-Mask, nämlich 255.255.0.0. In Kasten 4 sind alle Optionen mit Code, Länge und Bezeichnung angegeben. Eine Erläuterung der einzelnen Optionen kann RFC 1533 entnommen werden.



## Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

4

Code	Länge	Wert
------	-------	------

5

Subnetz-Maske					
Code	Länge	m1	m2	m3	m4
1	4	255	255	0	0

### Fazit

DHCP ist ein leistungsfähiges Protokoll, mit dessen Hilfe ein Administrator viel Zeit und Mühe einsparen kann. Die sorgfältige Analyse der vorhandenen Netzstruktur und die Planung der Server-Konfiguration erfordern zwar einen gewissen Zeitaufwand, der jedoch durch die eingesparte Zeit im praktischen Betrieb sehr schnell wettgemacht wird. Die zentrale Verwaltbarkeit der Konfigurationsparameter und deren automatische Zuweisung stellen einen Vorteil dar, der nicht zu unterschätzen ist. Benutzer, die am Netzwerkbetrieb teilhaben sollen, müssen sich nicht mehr um die Konfigu-

rierung ihrer Rechner mit den passenden Parametern kümmern. Viele potentielle Fehlerquellen werden somit von vornherein beseitigt. Vor allem bei großen Netzen wird DHCP einen Beitrag dazu leisten können, daß vorhandene IP-Adressen besser genutzt werden können, ohne daß im täglichen Betrieb allzu gravierende Einschränkungen hingenommen werden müßten.

Da DHCP einen relativ neuen Standard darstellt, wird es voraussichtlich noch etwas dauern, bis das Protokoll weite Verbreitung findet. Große Hersteller, wie beispielsweise Microsoft haben jedoch bereits ihre Unterstützung für DHCP angekündigt.

### Zur Person

DIPL. ING. DIRK PELZER arbeitet als freier Consultant und Journalist in München. Er betreibt ein Storage Labor für verschiedene namhafte Fachzeitschriften. Zudem beschäftigt er sich mit Speichernetzen und Hochverfügbarkeit.