

Grundlegende Steuer- und Verwaltungsfunktionen:

Internet Control Message Protocol (ICMP)

Einführung in ICMP

- Zur Steuerung und Verwaltung des Internet ist ein gesondertes Protokoll nötig, welches "normalen" Benutzern nicht zugänglich ist.
- Typische Aufgaben des Internet-Kontrollprotokolls sind:
 - Koordination zwischen Routern und Endsystemen
 - Fehlererkennung und -korrektur
 - Überwachung und Messung des Verkehrsaufkommens
- ICMP stellt eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen der IP-Software auf Internet-Rechnern zur Verfügung.
- ICMP benutzt den IP-Dienst, gehört logisch aber auf die selbe Protokollschicht, wie das IP-Protokoll.

Fehlermeldungen versus Fehlerkorrektur

- ICMP wird dazu benutzt, Fehlerbedingungen anzuzeigen. Das Protokoll spezifiziert jedoch nicht vollständig, welche Aktionen auf die Meldung eines Fehlers folgen müssen.
- Die Aufgabe des Empfängers einer ICMP-Fehlermeldung ist es, diese im Kontext der laufenden Anwendungen auszuwerten bzw. die Fehlermeldung an die entsprechende Anwendung weiterzuleiten.
- Fehlerbedingungen werden immer nur dem Sendersystem mitgeteilt, Rechner auf der Route vom Erzeuger der Fehlermeldung zum Empfänger der Fehlermeldung werfen ICMP-Pakete nicht aus.

Auslieferung von ICMP-Meldungen

- ICMP-Meldungen werden in normalen IP-Paketen transportiert, d.h. sie haben keine höhere Priorität oder niedrigere Verlustrate gegenüber normalen, anwendungsbezogenen IP-Paketen.
- Dies bedeutet auch, dass ICMP-Meldungen, die eine Netzüberlastung melden, weiter zur Erhöhung der Netzlast beitragen.
- Um Schleifen zu vermeiden, werden prinzipiell keine ICMP-Meldungen erzeugt, die sich auf Fehler in anderen ICMP-Meldungen beziehen.

ICMP-Meldungsformat

- Alle ICMP-Meldungen haben voneinander verschiedene Formate, aber drei gemeinsame Felder:
 - Typ
 - Code
 - 16-Bit Kopf-Prüfsumme
- ICMP-Pakete, die eine Fehlerbedingung anzeigen, beinhalten stets den Kopf und die ersten 64 Bit Nutzdaten des Pakets, das den Fehler verursacht hat, um eine Feststellung der Anwendung zu ermöglichen.

ICMP-Meldungstypen

- 0 Echo-Antwort
- 3 Destination unerreichbar
- 4 "Source Quench"
- 5 Änderung einer Route
- 8 Echo-Anforderung
- 11 Datagramm-Lebenszeit überschritten
- 12 Parameter-Problem im Datagramm
- 13 Zeitstempel-Anforderung
- 14 Zeitstempel-Antwort
- 15 Informations-Anforderung (nicht mehr benötigt)
- 16 Informations-Antwort (nicht mehr benötigt)
- 17 Adressmasken-Anforderung
- 18 Adressmasken-Antwort

Testen der Erreichbarkeit und Statusabfragen

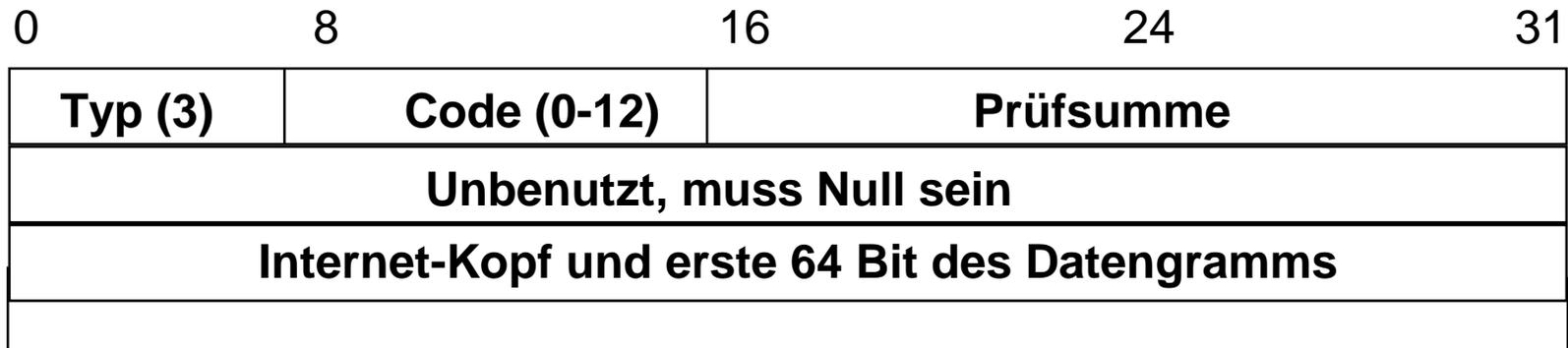
- Der häufigst gebrauchte ICMP-Dienst ist das Testen der Erreichbarkeit einer Destination und die Abfrage ihres Status.
- Jedes Endsystem oder Router kann jederzeit ein Echo-Paket an eine Destination aussenden. Jedes System, das ein an es gerichtetes Echo-Paket empfängt, muss eine Echo-Antwort zurücksenden, die alle im Echo-Paket enthaltenen (optionalen) Nutzdaten wieder enthält.
- Dieser Dienst kann auf UNIX-Systemen mittels des Kommandos "ping" in Anspruch genommen werden.

0	8	16	24	31
Typ (8 od. 0)		Code (0)	Prüfsumme	
Identifikation		Sequenznummer		
Optionale Daten				

Meldungen über nicht erreichbare Destinationen

- Wenn ein IP-Paket nicht weitergeleitet werden kann, wird eine entsprechende Fehlermeldung erzeugt.

0	Netz nicht erreichbar	7	Zielrechner unbekannt
1	Rechner nicht erreichbar	8	Zielrechner isoliert
2	Protokoll nicht erreichbar	9	Netzkommunikation unerwünscht
3	Port nicht erreichbar	10	Rechnerkommunikation unerwünscht
4	Fragmentierung benötigt	11	Netz für diesen Dienst unerreichbar
5	Falsche Quell-Route	12	Rechner für diesen Dienst unerreichbar
6	Zielnetz unbekannt		



Überlastung und Flusskontrolle

- Da der IP-Dienst verbindungslos ist, kann keine Reservierung von Ressourcen vorgenommen werden. Es ist also möglich, dass Rechner schneller Pakete erhalten, als sie sie weiterleiten können.
- Die Ursache für Überlastung kann entweder ein einzelner Rechner sein, der schneller Pakete erzeugt, als sie ein Router auf dem Weg zur Destination verarbeiten kann, oder die Summe des Einzelverkehrs vieler Rechner.
- Kann ein System Pakete nicht weiterleiten, werden sie gespeichert (solange Speicher verfügbar ist). Danach müssen Pakete gelöscht werden, gleichzeitig wird ein ICMP-Paket an die Datenquelle gesendet, welches um Verringerung der gesendeten Datenmenge bittet (Source Quench). Eine Gegenoperation zur Erhöhung der Datenrate existiert in ICMP nicht.

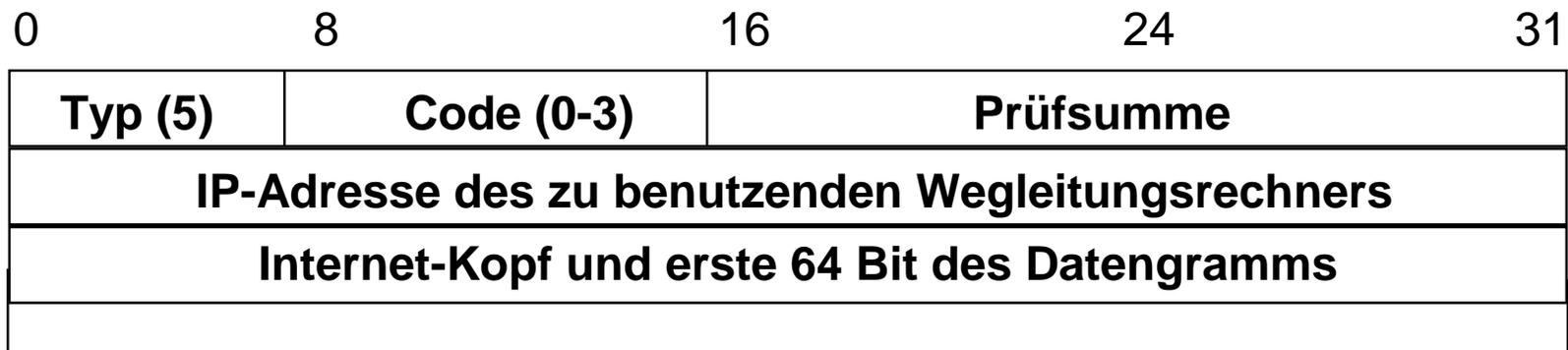
Anfragen zur Modifikation der Wegewahl I

- Internet-Wegleitungstabellen sind in der Regel statisch, können sich aber bei Ausfall oder bei Zuschaltung von Komponenten verändern.
- Von Wegleitungsrechnern wird angenommen, dass sie die korrekten Routen kennen. Endsysteme haben nur minimale Kenntnisse über Routen und "lernen" diese bei Bedarf von Wegleitungsrechnern.
- Entdeckt ein Wegleitungsrechner, dass ein Endsystem in seinem eigenen IP-Netz einen nicht-optimalen oder falschen Weg verwendet, so kann er eine ICMP-Anforderung zur Modifikation der Wegewahl an das Endsystem senden.

Anfragen zur Modifikation der Wegewahl II

- ICMP-Anforderung zur Modifikation der Wegewahl sind nur zwischen Endsystemen und Wegleitungsrechnern gültig, nicht zwischen Wegleitungsrechnern oder zwischen Endsystemen.

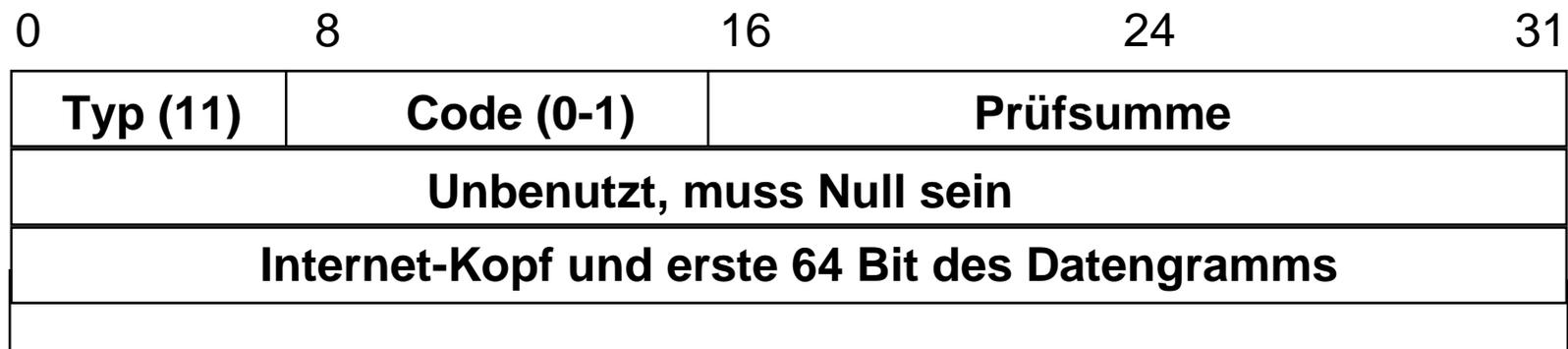
- 0 Andere Wegewahl für das angegebene Netz (nicht mehr benötigt)
- 1 Andere Wegewahl für den angegebenen Rechner
- 2 Andere Wegewahl für den angegebenen Dienst und das Netz
- 3 Andere Wegewahl für den angegebenen Dienst und den Rechner



Erkennung von Ringschlüssen und überlangen Wegen

- Die Angabe einer bei jeder Weiterleitung dekrementierten Lebenszeit eines IP-Pakets wird zur Erkennung von Ringschlüssen verwendet. In diesem Fall wird das Paket gelöscht und eine entsprechende ICMP-Meldung zurückgesandt.

- 0 Lebenszeit des IP-Pakets wurde überschritten
- 1 Wartezeit für Rekonstruktion von IP-Fragmenten überschritten



Meldung anderer Probleme

- Für die Signalisierung aller anderen Fehlerbedingungen, bei denen ein IP-Paket gelöscht wurde, wird eine generische "Parameter Problem"-ICMP-Meldung verwendet (z.B. wenn Optionen vorhanden, aber inkorrekt sind).
- Der Zeiger im ICMP-Kopf identifiziert die Byte-Nummer im ursprünglichen IP-Paket, bei der das Problem erkannt wurde.
- Der Code "1" zeigt an, dass eine erforderliche Option fehlt.

0	8	16	24	31
Typ (12)	Code (0-1)	Prüfsumme		
Zeiger	Unbenutzt, muss Null sein			
Internet-Kopf und erste 64 Bit des Datengramms				

Zeitsynchronisation und Schätzung der Paketlaufzeit

- Systeme im Internet müssen keine synchronisierten Uhren haben.
- Mit der Zeitstempel-ICMP-Meldung können Rechner synchronisiert werden, jedoch können die Messungen unzuverlässig sein.

0	8	16	24	31
Typ (13-14)		Code (0)		Prüfsumme
Identifikation			Sequenznummer	
Sende-Zeitstempel (vor Senden der Meldung)				
Empfangs-Zeitstempel (bei Empfang der Meldung)				
Übertragungs-Zeitstempel (vor Rücksenden der Meldung)				

Abfrage einer Subnetzmaske

- Ein Endsystem kann mittels einer ICMP-Meldung von einem Wegleitungssystem erfragen, welche Subnetzmaske in seinem IP-Netz verwendet wird. Die Anfrage kann entweder direkt an das zuständige Wegleitungssystem gerichtet, oder aber ein "Broadcast" sein.

0	8	16	24	31
Typ (17-18)		Code (0)		Prüfsumme
Identifikation			Sequenznummer	
Gültige Subnetzmaske				

Weiterführende Literatur

- Postel, Jon, "Internet Control Message Protocol - DARPA Internet Program Protocol Specification", RFC 792, Network Information Center, SRI International, Menlo Park, Calif., September 1981
- Stallings, W., "Data and Computer Communications, Macmillan Publishing Company, NY, 1985
- "man 4 icmp"