**wdv-notes 401**
Stand: 1.MRZ.2001 (6.)
khd-research•net
Berlin • San José • Toronto

# Das Ethernet – Es begann alles mit einem Koaxialkabel mit 10 MBit/s.

© 1986–2001 *Karl-Heinz Dittberner*

Net

„Ethernet“ wurde 1975 von der Firma Xerox Corporation entwickelt und 1980 zusammen mit den Firmen Digital Equipment Corporation (DEC) und Intel Corporation in der Form eines „Blue Books“ als ein allgemein zugänglicher Standard veröffentlicht. Für einen symbolischen Betrag kann jeder eine Lizenz erhalten.

Diese Industrie-Norm stellte die entscheidende Voraussetzung für den Aufbau moderner, transparenter Computernetzwerke dar, in denen Computer verschiedener Hersteller mit verschiedenen Betriebssystemen miteinander „reden“ und Daten problemlos austauschen können. Die beteiligten Firmen überarbeiteten 1982 die Ethernet-Spezifikationen (Ethernet Version 2). Seit 1985 liegen die „amtlichen“ Normen IEEE 802.3 (10Base5) sowie die internationale Norm ISO 8802-3 für das Ethernet (Thickwire Ethernet, Yellow Cable, Transceiver-Anschluß) vor.

In diesem Merkblatt wird vor allem auf die Basis-Norm sowie die Funktion des klassischen gelben Ethernet-Koaxialkabels eingegangen, das eine Transferrate von bis zu 10 MBit/s erlaubt. Auf die weitere Entwicklung der Ethernet-Norm wird hingewiesen.

***Hinweis zur Neuausgabe***

Dieses Merkblatt basiert auf der 5. Edition der seit dem 21.11.1986 an der FUB erschienen »wdv-notes Nr.60«.

## 1. Local Area Network (LAN):

Unter einem Local Area Network versteht man eine Gruppe von Computern und Peripheriegeräten, die in einem engbegrenzten Bereich installiert und zum Zweck des Datenaustauschs miteinander verbunden sind. Daneben gibt es die Wide Area Networks (WAN). Sie haben seit den 80er-Jahren eine große Verbreitung gefunden.

## 2. Das Ethernet:

Ethernet ist der älteste und bekannteste Typ eines LANs. Erst viel später kamen weitere Typen wie TolkenRing, TokenBus, Arcnet, StarLan u. a. hinzu. Diese konnten sich jedoch nicht auf breiter Front durchsetzen. Ethernet wurde bereits 1975 von Xerox entwickelt und erlangte durch seine schnelle Verwendung durch Digital Equipment (DEC) und Intel einen sehr großen Bekanntheitsgrad. Ethernet-Komponenten werden heute von sehr vielen Herstellern angeboten.

Die Datenübertragung erfolgt bei Ethernet mit Hilfe eines Koaxialkabels in einer Buskonfiguration. Über einen *Transceiver* werden die Computer und Geräte an das Kabel angeschlossen. Der Transceiver wird über ein spezielles *Transceiverkabel* mit der Station verbunden. Das Koaxialkabel ist an beiden Enden mit einem 50-Ohm-Abschluß versehen.

Die Übertragungsrate beträgt beim Ethernet 10 MBit/s. Es werden Rahmen oder Datenpakete mit einer *variablen* Länge zwischen 64 und 1518 Byte übertragen. Zwischen zwei Paketen besteht ein Mindestzwischenraum von 9,6 µs. Es können maximal 14880 Pakete/s übertragen werden. Dieses ist jedoch nur bei der minimalen Paketgröße von 64 Byte möglich. Bei größeren Paketen wird die Paketzahl pro Sekunde entsprechend geringer. Pakete mit weniger als 64 Byte werden „Runts“ genannt, Pakete mit mehr als 1518 Byte „Jabber“.

Zur *Synchronisation* der Empfangsstation wird vor jedem Paket ein Vorspann (eine Präambel) gesendet. Ähnlich den Feldern „Absender“ und „Empfänger“ auf einem Postpaket enthält jedes Datenpaket eine Zieladresse (Destination Address DA) und eine Quelladresse (Source Address SA). Jedes Paket enthält außerdem eine 4 Byte langes Blockprüffeld (FCS) zur Überprüfung des fehlerfreien Empfangs.

Das Zugriffsverfahren beim Ethernet wird als *ungesteuerter Zugriff mit Kollisionserkennung* bezeichnet (carrier sense multiple access with collision detection). Bei diesem Protokoll prüft eine sendebereite Station zunächst die Leitung und sendet nur dann, wenn sie keinen Verkehr feststellt. Ist die Leitung dagegen schon belegt, so wartet die sendebereite Station. Beginnen zwei oder mehrere Stationen gleichzeitig zu senden, kommt es zu einer Kollision der Pakete. Die sendenden Stationen brechen zunächst ab und versuchen nach einer bestimmten Zeit, erneut zu senden. Jeder Sendeversuch wird bis zu 16 mal gestartet. Kommt es jedesmal zu einer Kollision, wird das Senden endgültig abgebrochen.

Auch bei einwandfrei arbeitenden Ethernet-Netzen kann es zu Kollisionen kommen. Meist geschieht dieses beim Senden der Präambel, wobei Runts entstehen. Nach den ersten 64 Bytes kommt es nur sehr selten zu Kollisionen. Zwei Faktoren beeinflussen die Wahrscheinlichkeit und die Häufigkeit von Kollisionen. Der erste Faktor ist die Anzahl von sendenden Stationen und die Verkehrsverteilung zwischen diesen Stationen. Der zweite Faktor ist die Paketrate. Die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen steigt bei höheren Paketraten sowie auch dann, wenn viele Stationen gleichzeitig zu senden versuchen.

| **Präambel**<br>*62 Bit*<br>(1 und 0 im Wechsel) | **SFD**<br>*2 Bit*<br>(zweimal eine 1) | **DA**<br>*6 Byte*<br>(Zieladresse) | **SA**<br>*6 Byte*<br>(Quelladresse) | **Ethertype**<br>*2 Byte*<br>**Länge** (802.3)<br>*2 Byte* | **Daten**<br>*46–1500 Byte* | **FCS**<br>*4 Byte*<br>(Prüffeld) |
|---|---|---|---|---|---|---|

*64 – 1518 Byte*

Da das Senden von Datenpaketen mit den Parametern Paketrate, Paketgröße, Paketzwischenraum, Anzahl der sendenden Stationen, Verkehrsverteilung keinen zeitlichen Gesetzmäßigkeiten unterliegt, ist es nicht möglich eine genaue Kollisionshäufigkeit zu definieren. Wenn z. B. eine einzelne Station mit der maximalen Rate von 14880 Paketen/s sendet, kann es sein, daß keine Kollisionen auftreten, wenn dieses die einzige sendende Station ist. Das andere Extrem kann auftreten, wenn z. B. 100 Stationen mit nur 148 Paketen/s senden oder zu senden versuchen. In diesem Fall kann es passieren, daß der Netzbetrieb aufgrund einer hohen Anzahl von Kollisionen unmöglich wird, was aber in der Praxis kaum vorkommt.

## 3. Die Norm IEEE 802.3:

Vom IEEE 802 Komitee wurde bis 1990 eine Version des Ethernets genormt und wurde dann als der 802.3-Standard bekannt. Es existieren danach vier Varianten:

- **10Base5** (gelbes Koaxialkabel): 10 MBit/s, Basisband-Signalisierung, Segmentlänge bis 500 m.
- **10Base2** (ThinWire, Cheapernet, BNC-Kabel): 10 MBit/s, Segmentlänge bis 185 m.
- **10BaseT** (verdrillte Adern): 10 MBit/s.
- **10Broad36**: 10 MBit/s, Breitband-Signalisierung, Segmentlänge bis 3600 m.

Der Hauptunterschied zwischen der Industrie-Norm Ethernet und der offiziellen Norm IEEE 802.3 liegt in der Interpretation der zwei Bytes nach der Quelladresse. Bei Ethernet stellen diese Bytes das Typenfeld dar, das deshalb auch als „Ethertype" bezeichnet wird. Dieses gibt die Art des Protokolls der nächsthöheren Schicht im Paket an (Transport-Protokoll). Dieses Feld wird von der Firma Xerox Corporation verwaltet. Beispiele für die Belegung sind: 0800 für IP (Internet), 6003 für DECnet. Bei der Norm 802.3 stellen die zwei Bytes nach der Quelladresse hingegen das Längenfeld dar. In diesem wird die Anzahl der LLC-Bytes (Logical Link Control) im Datenpaket angegeben.

## 4. Weitere Entwicklung des Ethernets:

(WLAN u. a. folgt).

## 5. Sonstige Hinweise:

Interessant ist eine Erfahrung, die der Autor dieses Merkblatts im Jahr 1986 anläßlich der Planung eines LANs auf der Basis von Ethernet an der Freien Universität Berlin machte. Einige (selbsternannte) „Computer-Experten" beurteilten damals eine solche Netzwerkplanung auf der Basis der Ethernet-Normen äußerst skeptisch. Diese Ingenieure – quasi die „Bell-Heads" – erwarteten eine hohe Störanfälligkeit, sehr häufige Kollisionen der Datenpakete und damit eine viel zu niedrige Netto-Datentransferrate (Zitat: „höchstens 50 kBaud"). Die passende Antwort gaben amerikanische Fachkollegen aus der Computer-Industrie: „They never have seen it, better they wait and see. It works!" Und als dann Ende 1988 alles installiert war, funktionierte das Ethernet mit mehreren Computern hervorragend. Die „Net-Heads" hatten sich durchgesetzt und die „Bell-Heads" waren schon immer dafür gewesen...

## 6. Literatur:

[1] DEC: Ethernet Installation Guide – Site Survey and Configuration Planning. Volume 1 und 2. Maynard (USA): Digital Equipment Corporation 1985 (3. Edition). – EK-ETHV1/2-IN-003. – [CHB 452/1 + CHB 453/1].

***Notizen*:**

### *Anschluß eines Ethernet-Transceivers ans Gelbe Koaxkabel*

1. Transceiver-Daten (Fabrikat, Typ, S/N) notieren.
2. Zwei Erdkontakte in „Tap" einsetzen.
3. Das dicke Gelbe Ethernet-Kabel einlegen.
4. Die „Clamp" draufschieben und mit Schraube gegen das Kabel drücken, bis dieses sicher gehalten wird.
5. Von unten mit einem Spezialwerkzeug ein Loch in das Kabel bohren und gut auspusten/auspinseln.
6. Mit dem Spezialwerkzeug die „Probe" einschrauben.
7. Check: Messen des Widerstandes zwischen Erd-Pin und Vampir-Pin: ca. 26 Ohm bei nichtaktivem Netz.
8. Die 3 Pins sorgfältig ausrichten.
9. Am Transceiver ggfs. „HeartBeat" auf ON oder OFF stellen.
10. Transceiver vorsichtig aufstecken.
11. Transceiver nochmals abziehen und die Pins kontrollieren (sie verbiegen sich leicht).
12. Transceiver aufstecken. Mit 2 Schrauben befestigen.
13. Eine Marke am Installationsort anbringen sowie den genauen Ort notieren (hilfreich bei späterer Fehlersuche).
14. Das Transceiverkabel anschliessen und richtig (!) verriegeln sowie ggfs. am Ethernet-Kabel mechanisch mit Clipbändern befestigen.
15. Vom angeschlossenen PC oder Gerät (z. B. Netzwerkdrucker) das einwandfreie Funktionieren testen.