

# **Der Erfolg der Ethernetfamilie Konzepte und Ursachen**

## **SEMINARARBEIT**

im Studienschwerpunkt Wirtschaftsinformatik  
im Modul Netzwerke  
des Studiengangs Betriebswirtschaft  
des Fachbereichs III: Wirtschaftswissenschaften  
der Fachhochschule Mainz

Vorgelegt von: Larry Kleser  
Beuerbacherweg 3a  
65510 Hünstetten  
Matr.-Nr. 800115

und: Jan Seemann  
Schmittgasse 5  
65468 Trebur  
Matr.-Nr. 800156

Vorgelegt bei: Prof. Dr. Ulrich Kroppenberg

Eingereicht am: 03.05.2001

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
2. Aufbau des Ethernet .....	2
2.1 Die IEEE-Norm 802.3 und Ethernet .....	2
3. Die Erfolgskomponenten des Ethernet .....	4
3.1. Aspekte der Technik.....	4
3.2. Bewertung der Performance.....	5
3.3. Erweiterungspotentiale .....	8
3.4. Wartung und Support.....	9
3.5. Kosten .....	10
4. Relevanz aus Unternehmenssicht.....	13
5. Abschluss und Aussicht .....	15
Literaturliste .....	i
Anhangverzeichnis .....	ii

## 1. Einleitung

Wenn jemand den Begriff Ethernet hört, fragt er sich vielleicht:

„Was soll denn das sein? Eine Art neues Fischernetz vielleicht?“.

Das es sich dabei um nicht weniger als die verbreitetste Netzwerktechnik handeln könnte, auf diesen Gedanken kommt der Laie wohl kaum. Doch verbunden mit der Tatsache, dass heute ca. 98% aller installierter Netzwerke auf Ethernet-Technik beruhen<sup>1</sup>, wird bei uns der Verdacht geweckt, dass an dieser Technik rund um das Ethernet doch was dran sein muss.

Genau dieser Vermutung soll im Rahmen dieser Seminararbeit nachgegangen werden. Dazu haben wir uns in der einschlägigen Literatur umgesehen um heraus zu finden, was den Erfolg dieser Produktfamilie ausmacht.

Es wird dabei zu Beginn der Seminararbeit in die Vergangenheit geschaut und dargestellt, wie und woraus sich das heutige Ethernet entwickelt hat. Im nächsten Abschnitt werden die Restriktionen, die als Standard festgehalten wurden, im Überblick genannt.

Nachdem wir umschrieben haben, wobei es sich bei Ethernet grundlegend handelt, gehen wir dazu über, die einzelnen Erfolgskomponenten dieser Technik näher zu beleuchten. So wird ersichtlich, in welchen Bereichen das Ethernet die entscheidenden Vorteile gegenüber den Konkurrenztechniken aufweist. Die grossen Vorteile sind dabei in den Bereichen der Leistungsfähigkeit, den Erweiterungspotentialen als auch im von den Herstellern gebotenen Supportleistungen und nicht zuletzt in den entstehenden Kosten dieser Netzwerktechnik zu finden.

Zusätzlich wird in einem eigenen Abschnitt der Versuch unternommen, die erwähnten Eigenschaften dieser Technik unter dem Aspekt einer Relevanz für eine Unternehmung kurz zu umreissen.

Ein kurzes Resümee finden Sie im letzten Abschnitt, der mit einer Vorhersage des zukünftigen Erfolges des Ethernet-Netzwerkes schliesst.

---

<sup>1</sup> vgl. Kauffels, 2000, S.566

## 2. Aufbau des Ethernet<sup>2</sup>

Die erste Version des Ethernet wurde bereits in 1973 in den Gebäuden der Xerox Corp. zum Laufen gebracht. Es war ein 1 Kilometer langes Kabel, an dem 100 Workstations mit einer Bandbreite von 2,94 Mbps<sup>3</sup> „kommunizieren“ konnten. Diese Umsetzung des Aufbaus eines geografisch lokal angesiedelten Computernetzwerkes wurde schnell von vielen Firmen positiv aufgenommen und so zu einer de facto Norm. Durch den Erfolg des Xerox-Ethernet ein wenig überrascht wurde das Firmenkonsortium DIX<sup>4</sup> dazu angeregt, den Standard so weiter zu entwickeln, dass eine höhere Bandbreite (10 Mbps-Ethernet) nutzbar war. Diese Grundlagenarbeit bildete, wie sich später zeigte, die Basis der Norm IEEE<sup>5</sup>802.3.<sup>6</sup>

Doch Anfang der 80er Jahre wurde auch von anderen Firmen an LAN-Konzepten gearbeitet, die alle untereinander nicht kompatibel waren. Diese Fehlentwicklung wurde durch das amerikanischen Normungsgremium IEEE erkannt und sie setzte die Projektgruppe 802 ein, die schlussendlich über drei Vorschläge zur Standardisierung zu entscheiden hatte. Neben den Ethernetentwicklungen des Firmenkonsortiums DIX (802.3) wurde auch der Token-Bus (802.4) von General Motors und der Token-Ring nach IBM-Entwicklungen (802.5) zu den von IEEE 802 verabschiedeten Standards. Die Verantwortlichen dachten sich damals, „schliesslich [sind] drei Normen besser [...] als gar keine“.<sup>7</sup>

### 2.1 Die IEEE-Norm 802.3 und Ethernet

Wie im vorherigen schon erwähnt, wurde durch die Projektgruppe 802.3 für die Entwicklung ihrer Norm ein sehr grosser Teil der Spezifikationen der DIX-Gruppe übernommen. Doch was wird nun in der Norm 802.3 genau spezifiziert?

Zunächst einmal das Zugriffsverfahren, das beschreibt, wie die angeschlossenen Stationen auf das gemeinsame Medium zugreifen dürfen. Dieses Verfahren trägt

---

<sup>2</sup> *Ethernet ist ein eingetragenes Warenzeichen der Xerox Corp.*

<sup>3</sup> *Mega bits per second*

<sup>4</sup> *Digital, Intel und Xerox*

<sup>5</sup> *Abkürzung f. Institute for Electrical and Electronical Engineers*

<sup>6</sup> *vgl. Tannenbaum, 1990, S.169*

<sup>7</sup> *Tanenbaum, 1990, S.45*

die Bezeichnung CSMA/CD<sup>8</sup>. Die Grundidee beschreibt Tanenbaum wie folgt: „Wenn eine Station übermitteln will, hört sie das Kabel ab. Wenn das Kabel belegt ist, wartet sie bis es frei ist, ansonsten sendet es sofort. Wenn zwei oder mehrere Stationen gleichzeitig auf ein freies Medium übertragen, erfolgt eine Kollision. Jede dieser Stationen unterbricht dann die Übertragung, wartet eine zufällige Zeitspanne und wiederholt den ganzen Vorgang.“<sup>9</sup>

Des Weiteren stellt die Norm eine Reihe von Medien zur Auswahl, die für die Übertragung verwendet werden können. Ursprünglich handelte es sich bei den Medien um zwei Typen des Koaxialkabels (Thick- / Thin-Ethernet), die später (ca. Anfang der 1990er) um Twisted-Pair-Kabel (TP-Kabel) ergänzt wurden.<sup>10</sup> Schliesslich gibt es heute auch noch die Möglichkeit die Daten auf Lichtwellenleitern (LWL) zu versenden.<sup>11</sup>

Um nun die Reichweite der in der Norm 802.3 festgelegten Spezifikationen darstellen zu können, verweisen wir auf die von dieser Norm abgedeckten Bereiche des ISO/OSI-Referenz-Modells<sup>12</sup>. Dieses Modell wurde von der International Standards Organisation (ISO) dazu erstellt, um die Entwicklungen verschiedener Hersteller im Bezug auf den Datenaustausch zweier Anwendungen auf verschiedenen Computern zu organisieren.

Dieses geht dabei von sieben Teilschritten der Datenübertragung aus. Das Normungsgremium für das Ethernet, die IEEE, legt dabei Richtlinien für die unteren beiden Schichten fest.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass das Ethernet seinen Namen in Anlehnung an den ominösen Lichtäther bekam, von dem früher angenommen wurde, er wäre das Medium für die Übertragung der elektromagnetischen Lichtwellen.<sup>13</sup>

---

<sup>8</sup> *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*

<sup>9</sup> *Tanenbaum, 1990, S.169*

<sup>10</sup> *vgl. Kauffels, 2000, S.390*

<sup>11</sup> *vgl. Sinz, 1996, S.60*

<sup>12</sup> *ISO/OSI Abkürzung f. :International Standards Organisation / Open Systems Interconnection; also ein Standard für Vernetzung für die Verbindung offener Systeme, vgl. Sinz, 1996, S. 17*

<sup>13</sup> *vgl. <http://omnibus.uni-freiburg.de/~krkalic/tele4.htm>*

### 3. Die Erfolgskomponenten des Ethernet

Der riesige Erfolg der Ethernet-Technologie ist nicht nur in einem Aspekt zu finden. Aus diesem Grund sollte man sich auch die verschiedenen zum Erfolg beigetragenen Aspekte getrennt anschauen.

#### 3.1. Aspekte der Technik

Der Erfolg der Ethernetfamilie ist u.a. den technischen Vorgaben der Norm zu verdanken, die im Vergleich zu Konkurrenzprodukten wie beispielsweise Token-Ring sehr einfach waren. Die Technik wird im wesentlichen durch die Verkabelung, das Zugriffsverfahren und die Topologie bestimmt.

Bei der Verkabelung geht der Interessierte der Frage nach, welche Kabelarten bzw. Kabeltypen beim Aufbau eines Netzwerkes verwendet werden können. Die Norm lässt dabei eine Reihe von Medien zu. Die Palette reicht dabei von zwei verschiedenen Arten des Koaxialkabels über die TP-Kabel bis hin zu den Lichtwellenleitern<sup>14</sup>.

Seit IBM 1985 unter der IVS Typ-3-Spezifikation Twisted Pair Kabel für die Verwendung in LANs freigegeben hat, findet dieses immer mehr Anklang unter den Benutzern.<sup>15</sup> So wird heute Ethernet, wenn es nicht auf LWL-Technik basiert, grundsätzlich über TP verlegt; das früher häufig genutzte Koaxialkabel wird seit Jahren nicht mehr für Neuinstallationen verwendet.<sup>16</sup>

Das TP-Kabel hat zu dem den Vorteil, wesentlich preisgünstiger zu sein. Ein Nachteil in den elektrischen Eigenschaften ist gegenüber dem Koaxialkabel nicht zu befürchten, da die starke Abschirmung des Koaxialkabels durch die Verdrillung ersetzt wird. Verdrillte Kabel sind recht unempfindlich gegen von aussen wirkende elektromagnetische Felder – weshalb Antennen, die ja diese Felder gerade emp-

---

<sup>14</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 145

<sup>15</sup> vgl. Kauffels, 2000, S.155

<sup>16</sup> vgl. Kauffels, 2000, S.160

fangen sollen, ja auch meistens als gerade Kabel aufgestellt werden<sup>17</sup> Somit wird der sog. Crosstalk<sup>18</sup> zwischen den Adern zu fast 100% unterbunden.

Doch losgelöst von dem verwendeten Medium handelt es sich bei Ethernet im grundlegenden immer um ein Netzwerk in der Bus-Topologie<sup>19</sup>. Den Bus macht u.a. aus, dass die auf dem Medium versendeten Nachrichten von allen angeschlossenen Stationen empfangen werden können. Des weitern hat auch der Bus die Eigenschaft eines Shared Mediums, d.h. dass sich alle Stationen das eine Übertragungsmedium teilen müssen<sup>20</sup>. Das daraus entstehende konkurrierende Verhalten um dieses Medium bedarf einer Zugriffsregelung. Hierfür wird das CSMA/CD-Verfahren verwendet, welches zu den nicht deterministischen Verfahren zählt. D.h. es wird keine Station explizit dazu bestimmt bzw. berechtigt, zu senden. Vielmehr versucht jede Station, die etwas zu senden hat, mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 (1-ständiges-Verfahren)<sup>21</sup>, über dieses Medium zu senden, nachdem sie eine evtl. Benutzung des Mediums durch eine andere Station abwartet. Dieses Verfahren bedarf keiner ausgefeilten Berechtigungsvergabe, so dass es mit der landläufigen Phrase „Wer zu erst kommt, malt zu erst“ gut beschrieben werden kann.

### 3.2. Bewertung der Performance

Konkurrenz ist nicht immer gut. In der freien Marktwirtschaft ist sie zwar von Vorteil, weil sie bekanntlich das Geschäft belebt. Aber wenn es darum geht, ein Medium für viele Stationen zugänglich zu machen, birgt es eine Schwierigkeit, die es zu umschiffen gilt. Doch eins nach dem anderen.

Das Ethernet gibt es mittlerweile in mehreren Evolutionsstufen. Es fängt an bei dem „ursprünglichen“ Ethernet mit einer Bandbreite von 10 Mbps, über das Fast-Ethernet mit 100 Mbps bis hin zu dem Gigabit-Ethernet mit einer Bandbreite von bis zu 1 Gbps. Sie benutzen alle das CSMA/CD-Verfahren um den Zugriff der unter Umständen zahlreichen Stationen (Multiple Access) auf das Medium zu regeln.

---

<sup>17</sup> vgl. Casad, 1997, S.130

<sup>18</sup> Signalbeeinflussung bzw. –beeinträchtigung zwischen zwei neben einander verlaufenden Kabeln.

<sup>19</sup> vgl. Sinz, 1996, S. 55

<sup>20</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 86

<sup>21</sup> vgl. Tanenbaum, 1990, S. 152

Dieses Verfahren hat u.a. den Vorteil, dass, wenn eine Station etwas zu senden hat, diese sofort senden kann, vorausgesetzt die Leitung hat sich beim abhören (Carrier Sense) als frei erwiesen. Sie muss also nicht, wie eine Station beispielsweise im Token-Ring, darauf warten, bis sie den Frei-Token, und somit die Sendeberechtigung erhält. Diese nicht vorhandene Versendeverzögerung macht sich vor allem dann positiv bemerkbar, wenn der im Vergleich stehende Token-Ring sehr viele Stationen mit einander verbindet.<sup>22</sup> Dies ist aber wiederum nur von Vorteil, wenn die Stationen, die via Ethernet verbunden sind, sich mit ihrem Sendeaufkommen, also mit ihren zur Versendung anstehenden Daten, etwas zurück halten. Die Meinungen darüber, wie gross der Einfluss einer erhöhten Netzlast auf die Netzeffizienz beim 10 Mbps – Ethernet ist, gehen in der Literatur natürlich auseinander. Dabei gibt die Netzeffizienz Auskunft darüber, wie gross der Anteil der möglichen Bandbreite ist, der effektiv für die erfolgreiche Datenübertragung genutzt wird. Der bei dieser Seminararbeit verwendeten Literatur ist zu entnehmen, dass die Netzeffizienz bei einer Netzlast grösser 50% der maximal verfügbaren Bandbreite merklich abnimmt. Dies ist damit zu begründen, dass bei Erreichen dieser Netzlast die Zahl der auftretenden Kollisionen enorm ansteigt. Praktisch bedeutet dies, dass ein erheblicher Anteil der Bandbreite dafür verwendet wird, die auftretenden Kollisionen zu erkennen (Collision Detection) und mit dem sog. Jamming-Signal<sup>23</sup> zu eliminieren.<sup>24</sup> Dies kann bei dem Zugriffsverfahren, wie es der Token-Ring benutzt nicht auftreten. Selbst bei einer hohen Netzlast, also die Anzahl der sendewilligen Stationen ist sehr gross, beträgt die Ring-Effizienz nahezu 100%.<sup>25</sup> Dies ist aber leicht nachzuvollziehen. Schliesslich treten im Ring als deterministisches Verfahren keine Kollisionen auf, so dass die gesamte Bandbreite für die Datenübertragung genutzt werden kann. Doch der Nachteil, wie schon oben erwähnt, besteht dabei in der evtl. langen Zeit die vergeht, bis die Station das Frei-Token erhält.

Den Nachteilen, die sich aus der Verwendung des ursprünglichen Ethernet bei hoher Netzlast ergeben, haben sich die Hersteller und Entwickler rasch ange-

---

<sup>22</sup> vgl. Tanenbaum, 1990, S. 196

<sup>23</sup> Signal, das bei auftretender Kollision ausgesendet wird. Es veranlasst alle Stationen unverzüglich die evtl. Übertragung abubrechen. Vgl. Kauffels, 2000, S. 330f

<sup>24</sup> vgl. Sinz, 1996, S. 55

<sup>25</sup> vgl. Tanenbaum, 1990, S. 198



nommen. Sie haben Möglichkeiten entwickelt, um diese Nachteile in den Griff zu bekommen.

Ein Grund für das schlechte Abschneiden der Ethernet-Technologie liegt darin, dass sich u.U. zu viele sendewillige Stationen ein Medium, den ursprünglichen Ethernet-Bus, teilen müssen. Die erste Stufe zur Verbesserung der Effektivleistung des Ethernet bestand darin, die Gesamtzahl der Stationen auf mehrere Segmente zu verteilen. Diese wurden durch eine intelligente Brücke mit einander verbunden. Das Intelligente bei dieser Brückentechnik ist, dass die Datenströme die Segmentgrenzen nur passieren, wenn sich der Sender und der Empfänger der Daten in verschiedenen Netzsegmenten befinden.<sup>26</sup> Somit wird es möglich, dass zwei Stationen in verschiedenen Segmenten gleichzeitig Daten innerhalb ihres Segmentes versenden können.<sup>27</sup>

Die zweite Stufe der Effektivleistungs-Steigerung wurde durch das Switched-Ethernet erreicht. Während die Brücken nur den Datenverkehr zwischen den Segmenten optimieren, d.h. in diesem Falle reduziert, setzen die Switches alles daran, den Datenaustausch zwischen den einzelnen Stationen, also intrasegmentär, zu beschleunigen. Dies wird dadurch erreicht, dass für die Dauer der Übertragung eine Punkt-zu-Punkt – Verbindung etabliert wird. Somit steht der Datenübertragung für deren Dauer die gesamte Bandbreite zur Verfügung. Die Switches nehmen zusätzlich meist noch die Aufgaben einer Brücke wahr.<sup>28</sup> Die modernen Switches von heute können, trotz der schnellen Durchschaltung, die Datenpakete auf Fehler überprüfen (Store and forward) als auch eine Paketkonversion zu anderen Netztypen, bspw. Token-Ring etc. durchführen.<sup>29</sup>

Die dritte Stufe der Leistungssteigerung erfolgte durch die Erhöhung der maximalen Bandbreite. Wie schon erwähnt, ist in einem LAN mit ursprünglichem Ethernet eine Bandbreite von 10 Mbps möglich. Und zwar entweder zum senden oder empfangen. Dieser Flaschenhals wurde mit dem sog. Full-Duplex-Mode<sup>30</sup> eliminiert. Dieser Modus erlaubt es, dass eine Station gleichzeitig mit 10 Mbps senden als

---

<sup>26</sup> vgl. Tanenbaum, 1990, S. 172

<sup>27</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 407

<sup>28</sup> vgl. Sinz, 1996, S. 101

<sup>29</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 613

<sup>30</sup> Duplex: Datenaustausch ist bidirektional, also in beide Richtungen, möglich. Gegensatz zu Simplex-Datenleitungen.

auch mit 10 Mbps empfangen kann. Dies hat zur Folge, dass die rechnerische Bandbreite auf 20 Mbps ansteigt. Dies wird möglich, wenn die Verkabelung mit TP-Kabel umgesetzt wurde.<sup>31</sup>

Des Weiteren arbeitet die IEEE 802 scheinbar ständig daran, die Basis-Bandbreite zu erhöhen. Der Arbeitskreis 802.3o hat beispielsweise diese Bandbreite im Verhältnis zum ursprünglichen Ethernet um das 10-fache erhöht. Die erreichte Bandbreite von 100 Mbps unterstützt auch den Full-Duplex-Mode und hat einen eigenen Produktnamen erhalten, das FAST-Ethernet.<sup>32</sup>

### 3.3. Erweiterungspotentiale

Für ein Unternehmen ist die Zukunftssicherheit seiner Investitionen sicherlich von hohem Stellenwert. So ist die Entwicklung des Ethernet-Standards aus Unternehmenssicht sicherlich besonders erfreulich. Es gab auf der technischen Seite eine Evolution statt Revolutionen (auf der Performance-Seite dagegen Leistungs-Explosionen) während auf der Kosten-Seite die Regression angesagt war und sicherlich in Zukunft auch noch bleiben wird.

Technisch gesehen hat sich das Ethernet, von seiner Struktur her, nicht sehr stark gewandelt. Zwar wurde der von Ethernet abgedeckte Teil des ISO-OSI Referenzmodells um einige Unterschichten erweitert, aber die Schnittstellenkommandos sind gleich geblieben.<sup>33</sup>

Auf Grund dieser Entwicklungen kann gesagt werden, dass „schnelles Ethernet [...] genauso funktioniert wie bisher, nur eben schneller“<sup>34</sup>.

Seitdem sich die Verwendung von TP-Kabeln bei der Implementierung eines Ethernet-Netzes durchgesetzt hat, hat es ein EDV-Leiter auch einfacher, wenn es darum geht, das vorhandene Netzwerk zu erweitern bzw. auf eine nächste Evolutionsstufe des Ethernet zu wechseln. Dies soll an dem nachfolgenden Beispiel deutlich gemacht werden:

Ein Unternehmen hat sich vor 6 Jahren dazu entschlossen, ein Computernetzwerk im Bürogebäude installieren zu lassen. Zu dieser Zeit war es schon üb-

---

<sup>31</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 413

<sup>32</sup> vgl. Sinz, 1996, S. 84

<sup>33</sup> vgl. Kauffels, 2000, S.654 i.V.m. S. 1063

<sup>34</sup> Kauffels, 2000, S.654

lich, dass bei der Verkabelung TP-Kabel benutzt wurde. Es wurde zudem ein Patchfeld eingerichtet, auf dem jeder Netzwerkanschluss des Gebäudes eine Buchse repräsentiert. Bei dieser Sternverkabelung wird je nach dem, mit welchem Gerät diese Buchse auf dem Patchfeld, und somit auch der Anschluss im Hause, verbunden wird, die Charakteristik festgelegt. Wird sie beispielsweise mit einem Ethernet-Hub verbunden, so muss sich die angeschlossene Station den Restriktionen dieser Vernetzung unterwerfen. Durch relativ einfaches Austauschen der Verteilerdose Hub durch ein schneller arbeitenden Ethernet-Switch wird eine Leistungssteigerung erzielt, ohne an den Stationen selbst etwas verändert zu haben. Fast eben so einfach lässt es sich bewerkstelligen, auf die nächste Stufe des Ethernet, das Fast-Ethernet, um zu steigen. Zunächst wird der Ethernet-Switch durch einen Fast-Ethernet-Switch ersetzt. Diese sind meist fähig, gleichzeitig wahlweise pro Port mit 10 als auch mit 100 Mbps zu arbeiten<sup>35</sup>. So kann die Migration sukzessive voran getrieben werden, indem nun nach und nach die vorhandenen 10 Mbps - Netzwerkadapter der einzelnen Stationen gegen 100 Mbps-fähige ausgetauscht werden. Ein Austausch der Kabel muss normalerweise nicht erfolgen, wenn bei der Erstinstallation hochwertiges TP-Kabel (Kategorie 5 nach IEEE-Norm) verwendet wurde.

Genauso lässt sich nun auf Gigabit-Ethernet migrieren. Diese Tatsache, dass es sich auf TP-Kabel mit bis zu 1Gbps betreiben lässt (unter Einschränkungen evtl. sogar bis 10Gbps)<sup>36</sup>, hat auch zum Erfolg von Ethernet im Hochgeschwindigkeits-Bereich<sup>37</sup> beigetragen.

### **3.4. Wartung und Support**

Wie wir gesehen haben setzen die jeweils neueren Ethernet-Standards auf den älteren Spezifikationen auf und erweitern diese. Hierdurch werden zwei Dinge gewährleistet: Zum einen wird eine möglichst hohe Kompatibilität erreicht und zum anderen sinkt der Schulungsaufwand für das Fachpersonal.

Die Kompatibilität ermöglicht, wie o.g. das Betreiben diverser Ethernetsegmente nebeneinander. Der Schulungsaufwand wird deshalb reduziert, da das alte Wis-

---

<sup>35</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 609

<sup>36</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 1073

<sup>37</sup> zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit: ab ca. 1000 Mbps

sen der Support-Mannschaft nicht obsolet wird, sondern immer erweitert werden kann.

Würde nun – um eine bessere Performance im Unternehmensnetz zu erreichen – die ATM-Technik eingeführt, müsste die Servicemannschaft auf eine komplett neue Netztechnologie geschult werden. Während bei einem Umstieg auf die schnelleren Varianten des Ethernet (Fast und Gigabit-Ethernet) sich dieser Aufwand in Grenzen hält (zumal Gigabit-Ethernet die Leistungsmerkmale von ATM erreicht und übertrifft).

Die Konkurrenz spielt bei der Ethernet-Technik, wie erwähnt, eine zentrale Rolle. Auch bei den Herstellern der Geräte für diese Technik hat sich ein gesunder Konkurrenzkampf entwickelt. Dies hatte zum einen die Folge, dass die neuen Entwicklungen des Ethernet-Standards als auch die nächsten Gerätegenerationen eines Herstellers relativ schnell zu bezahlbaren Preisen erhältlich waren. Das Gegenteil war lange Zeit bei der Token-Ring-Technik zu beobachten. Der Branchenriese IBM hat sich erst sehr spät für die anderen Hersteller geöffnet. Dies hielt die Preise für Geräte der TR-Technik auf hohem Niveau.<sup>38</sup>

Doch es waren auch negative Folgen der Herstellervielfalt zu erkennen. Wenn ein Unternehmen beim Aufbau eines Ethernet-Netzes von der enormen Herstellervielfalt gebrauch gemacht hat, wird es im Falle einer Störung oder geringen Leistungsfähigkeit des Netzwerkes auf folgende Reaktion der jeweiligen Hersteller stossen: „Meine Komponenten können das aber nicht sein. Das liegt sicherlich an den Komponenten von XYZ...“. Jeder versucht sich aus der Verantwortung zu reden.<sup>39</sup>

Bei einem reinen 1-Hersteller-Netzwerk kann dies so nicht passieren

### **3.5. Kosten**

Wenn ein Projektleiter oder Berater ein Projektvorhaben jeglicher Art vor einem Entscheidungsgremium präsentieren soll, haben die anfallenden Kosten für dieses Vorhabens meist einen hohen Stellenwert. Aus diesem Grund möchten wir nun unser Augenmerk auf diesen Aspekt legen, wenn es darum geht: „Wir wollen bzw.

---

<sup>38</sup> vgl. Sinz, 1996, S. 66

<sup>39</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 355

benötigen ein den Unternehmensansprüchen gerechtfertigtes Computer-Netzwerk“.

Hierbei gilt es zwischen verschiedenen Kosten nach dem Zeitraum des Entstehens zu unterscheiden. Als erstes fällt der Kostenblock der Installation ins Auge. Des Weiteren entstehen aber auch laufende Kosten für den Betrieb und die Wartung/Instandhaltung, wobei vor allem der letzte Teil oftmals unterschätzt wird<sup>40</sup>. Aber eins nach dem anderen.

Durch die große Herstellervielfalt für Ethernet-Komponenten lag in der Vergangenheit der Preisvorteil immer bei dieser Technik<sup>41</sup>. Dieser Preisvorteil ist durch die Konkurrenzhersteller der Token-Ring - Technik nie ernsthaft gefährdet gewesen.

Doch nach der Auffassung des Herrn Dr. Franz-Joachim Kauffels fällt ein erheblich gewichtiger Teil der Gesamtkosten auf die Betriebs- und Instandhaltung zurück.

Eine Untersuchung der Gardner Group zufolge zeigte sich, dass sich, je nach Unternehmensgröße, die Kosten pro Arbeitsplatz (inklusive Schulung, Software, Hardware, Support und sonst. Dienstleistungen) zwischen 50.800,-- und 66.350,-- USD belaufen. Davon entfallen bis zu 75% der Gesamtkosten für das Netzwerk auf die Position Personal.<sup>42</sup>

Bei einer Übertragung dieser Zahlen auf Deutschland, sollte berücksichtigt werden, dass die Lohnkosten hierzulande über denen der Vereinigten Staaten liegen, so dass diese Werte eher nach oben korrigiert werden müssen.

Daraus lässt sich sicherlich ein weiterer Vorteil von Ethernet gegenüber seinen Konkurrenten ableiten. Wenn der Personalkosten- und Schulungsanteil so gross ist, dann kann sich ein System leichter durchsetzen, welches von vorn herein weniger Personalintensiv ist und dazu auch noch mit weniger Schulungsaufwand vermittelt werden kann.

Wenn zudem dennoch die Hardware-Seite angesehen wird, so kann festgestellt werden, dass Ethernet auch hier ganz klar die Nase vorn hat. Zum einen gibt es, wie o.g. viele Hersteller, wodurch es zu einer Kostendegression kam. Dies bezahl-

---

<sup>40</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 526

<sup>41</sup> vgl. Sinz, 1996, S. 66

<sup>42</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 526

te ein Unternehmen aber nicht damit, dass es eine schlechtere Qualität erhielt.<sup>43</sup> Zum anderen war die von der Industrie zur Verfügung gestellte mögliche Leistung in den allermeisten Fällen grösser als die von den Unternehmen benötigte. Das hat zur Folge, dass die Arbeitnehmer am Arbeitsplatz bei Netzzugriffen nicht auf ihre Daten warten mussten und somit wertvolle Arbeitszeit verloren gegangen wäre.

Die Kostendegressionsspirale hat seit einiger Zeit auch den Gigabit-Ethernet-Bereich erfasst. So bietet 3Com Gigabit-Switches mit 12 Ports für ca. 15.000,-- USD an. Das bedeutet für ein Qualitätsprodukt (wovon bei 3Com sicherlich ausgegangen werden kann) einen Preis von 62 Cent pro Megabit pro Sekunde<sup>44</sup>.

Ein anderer Aspekt im Unternehmensbereich ist die Ausfallsicherheit, die auf den ersten Blick nicht sehr viel mit der Kostenseite zu tun hat. Unter der Berücksichtigung, dass ein Netzausfall für ein mittelgrosses Unternehmen etwa 50,-- DM pro Mannstunde<sup>45</sup> kostet, relativiert sich dieser erste Blick jedoch gewaltig (eine Ausfallstunde in einem 1.000 Mitarbeiter umfassenden Betrieb beläuft sich danach auf ca. 50.000,-- DM). So sollte darauf geachtet werden, nicht nur die billigsten Komponenten einzusetzen<sup>46</sup>, sondern immer zu Markenartikeln greifen, die, wie o.g. nicht unbedingt teurer sein müssen.

---

<sup>43</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 684

<sup>44</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 691

<sup>45</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 982

<sup>46</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 603

#### 4. Relevanz aus Unternehmenssicht

Für ein Unternehmen, bzw. vor allem für die Unternehmensführung sind andere Fragen von Interesse als die zur Zeit vielleicht „beste“ oder schnellste Netzwerktechnologie. Vielmehr spielen die o.g. Kosten eine herausragende Rolle. Hinzu kommt die Zukunftsfähigkeit einer Investition.

Unter der Zukunftsfähigkeit einer Netzwerktechnologie wird im Allgemeinen verstanden, wie lange diese Technik die Bedürfnisse der Unternehmung noch decken kann. Dies ist zum Ersten von der grundlegenden Leistungsfähigkeit als auch von den zukünftigen Entwicklungen der verwendeten Technik abhängig. In diesen Punkten hat Ethernet wieder die besseren Karten gegenüber allen anderen Technologien. Das Gigabit-Ethernet kann sich in punkto momentaner Leistungsfähigkeit gegenüber den anderen Hochgeschwindigkeitsnetzen sehr gut behaupten. Im Vergleich zu dieser Ethernet-Evolutionsstufe sieht sogar ATM mit seinen 622 Mbps recht blass aus. Dies ist immer noch der Fall, wenn der Betrachter einen rapiden Leistungseinbruch des Ethernet ab einer Netzlast von 70% in die Bewertung mit einbezieht.<sup>47</sup> Zudem ist die Umsetzung der ATM-Technik als sehr komplex und schwierig einzustufen, sodass auch hier Ethernet Gewinner nach Punkten ist.

Zum anderen kann es auch passieren, dass der Anbieter der verwendeten Netzwerktechnik die Weiterentwicklung oder sogar die Unterstützung für bereits vorhandene Gerätschaften beendet. So ist es beispielsweise dem Token-Ring ergangen. Der Entwickler der Technik, IBM, hat sich beispielsweise aus der Herstellung der Netzwerkkomponenten als auch der Entwicklung des Token-Rings zurückgezogen, so dass heute nur noch Madge Networks<sup>48</sup> für den Vertrieb und eine etwaige Weiterentwicklung zuständig ist. Den Token-Ring-Benutzern wird über kurz oder lang nichts anderes übrig bleiben, so Dr. F.J. Kauffels, auf Ethernet zu migrieren.<sup>49</sup>

Hinzu kommt, dass ein Unternehmen heutzutage davon ausgehen kann, dass es auch eine Implementierungs-Lösung für seine Ansprüche gibt. Da Ethernet-Netze

---

<sup>47</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 868

<sup>48</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 290

<sup>49</sup> vgl. Kauffels, 2000, S. 290, 301

in den Unternehmen aller Branchen eingesetzt werden, ist es durchaus realistisch zu sagen, dass es keine unüberwindbaren Probleme bei der Realisierung mehr gibt.

Ein weiterer Konkurrent für Ethernet ist das FDDI<sup>50</sup>, welches mit einer Nominalgeschwindigkeit von 100Mbps<sup>51</sup> einen direkten Gegenspieler zu dem Produkt Fast-Ethernet darstellt. Aus Unternehmenssicht kann man hiervon aber nur abraten. Einerseits ist die Leistungsfähigkeit von Fast-Ethernet vergleichbar und Gigabit-Ethernet ist erheblich schneller. Da zudem FDDI auf LWL-Technik beruht, ist es von vornherein immer teurer als eine Fast-Ethernet-Installation. Eine Gigabit-Ethernet-Installation hingegen ist zwar ähnlich teuer, bietet aber auch zehnmals mehr Leistung. Auch die Anpassung des FDDI auf die Übertragung auf Kupferkabeln brachte nicht den erwarteten Durchbruch. Dieses auch als TPDDI<sup>52</sup> bezeichnete System bietet keine wirklichen Vorteile gegenüber Ethernet, so dass der nächste Punkt eine grössere Bedeutung erhält:

Es ist aus Unternehmenssicht anzustreben eine möglichst homogene Netzstruktur zu etablieren, was mit Ethernet leicht möglich ist. Dabei sollte Gigabit-Ethernet im Primär-Bereich, Fast-Ethernet oder auch Gigabit-Ethernet im Sekundärbereich und Ethernet oder Fast-Ethernet im Tertiärbereich eingesetzt werden.<sup>53</sup> Dies erhöht die Performance (keine Konversionen zwischen verschiedenen Protokollen) und vereinheitlicht die Wartung.

Schliesslich wird ein Unternehmen immer gewillt sein, die meistverbreitetste Technik einzusetzen und wird deshalb zu dem System greifen, welches den grössten Marktanteil hat. Und hier wird Ethernet auf einige Jahre hin noch absolut dominierend sein.

---

<sup>50</sup> *Fibre Digital Data Interface*

<sup>51</sup> *vgl. Sinz, 1996, S. 87*

<sup>52</sup> *Twisted Pair Digital Data Interface*

<sup>53</sup> *vgl. Kauffels, 2000, S. 228ff*



## 5. Abschluss und Aussicht

Wie wir gesehen haben hat das Ethernet eine lange Tradition. Diese hat allerdings nicht dazu geführt, dass die IEEE träge geworden wäre und sich auf ihren Erfolgen ausgeruht hätte.

Im Gegenteil ist es eher so, dass nun, da alle Konkurrenten besiegt zu sein scheinen, die IEEE zu einem neuen fulminanten Manöver ausgeholt hat: Die Marktreife des 10-Gigabit-Ethernet.

Es kann davon ausgegangen werden, dass erste Prototypen im Laufe diesen Jahres erscheinen. Der endgültige Abschluss des Standards ist für den Anfang 2002 geplant<sup>54</sup>

Ein möglicher Rundumschlag könnte in einer Einführung einer 10Gbps-Ethernet-Variante auf TP-Basis liegen. Zwar hört man hierzu nur gerüchteweise etwas, aber die Tatsache, dass vor allem 1000BASE-T zu einem Gigabit-Ethernet-Boom geführt hat, könnte die Verantwortlichen zu der Überlegung verleiten auf Kurzstrecken den Kupfereinsatz selbst im höchsten Geschwindigkeitssegment zu ermöglichen.<sup>55</sup>

Auf jeden Fall ist es so, dass ein Unternehmen, welches seine Computer vernetzen möchte, am Ethernet nicht mehr vorbeikommt. Dies wird sich in absehbarer Zeit auch nicht ändern, da Ethernet eine Marktmacht erreicht hat, von der am Anfang niemand hätte träumen können. Dies führt am 22. diesen Monats<sup>56</sup> dazu, dass eine Computertechnik, die ihren 28. Geburtstag feiert, lebendiger ist denn je.<sup>57</sup>

---

<sup>54</sup> vgl. *10 Gigabit Ethernet Alliance*, 2001, *tech-FAQs.HTM#question7*

<sup>55</sup> vgl. *Kauffels*, 2000, S. 1072f

<sup>56</sup> 22.05.2001

<sup>57</sup> vgl. *Krkalic*, 1999, *tele4.htm*

## Literaturliste

### Monografien

**Kauffels, Dr. Franz-Joachim:**

Lokale Netze, 2000, 12. akt. und erw. Auflage, Bonn: MITP-Verlag

**Casad, Joe and Newland, Dan:**

MCSE Training Guide – Network Essentials, 1997, Indianapolis: New Riders

**Tanenbaum, Andrew S.:**

Computer-Netzwerke, 1990, Attenkirchen: Wolfram's Fachverlag

**Sinz, Werner:**

Lokale Netze – Ein Überblick, 1996, Hannover: Verlag Heinz Heise

### Webseiten

**10 Gigabit Ethernet Alliance (Hrsg.)**

<http://www.10gea.org/tech-FAQs.HTM>, Newport Beach, 2001

**Almir Krkalic**

<http://omnibus.uni-freiburg.de/~krkalic/tele4.htm>, Freiburg, 1999

**GoC Gesellschaft für optische Communication mbH (Hrsg.)**

<http://www.goc.de/ethernet.htm>, Dreieich, 2001

## Anhangverzeichnis

**Technische Spezifikationen des Ethernet:**

<http://www.goc.de/ethernet.htm>

**Hardcopy der Internet-Quellen:**

Ausdruck über die Geschichte des Internet:

<http://omnibus.uni-freiburg.de/~krkalic/tele4.htm>

Ausdruck über das Entwicklungsstadium des 10Gigabit-Ethernet:

<http://www.10gea.org/tech-FAQs.HTM>