

DAS EINSTEIGERSEMINAR

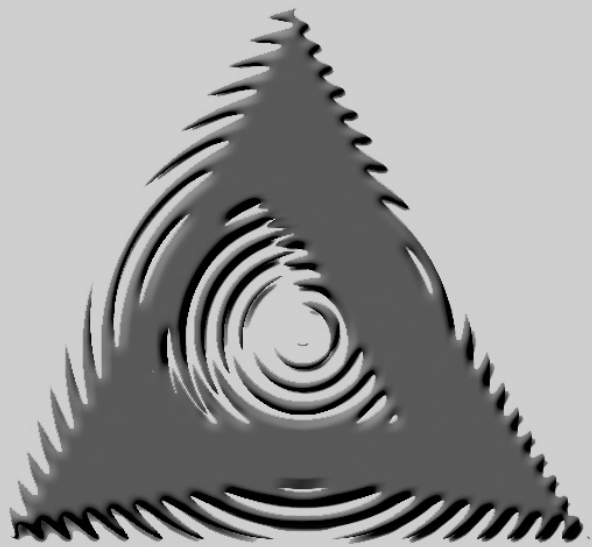


Netzwerktechnik

Dirk Larisch
3. Auflage



LERNEN • ÜBEN • ANWENDEN



Teil I: Lernen

L1 Entwicklungen der Computerindustrie

Die Entwicklungen im EDV-Bereich suchen nach wie vor Vergleichbares in anderen Industriezweigen, das mit der zunehmenden Verbreitung und Ausdehnung der (weltweiten) Vernetzung vergleichbar wäre. Bestes Beispiel dafür ist die rasante Entwicklung des Internets, das mittlerweile als weltumspannendes Netzwerk eine Vielzahl von Daten und Informationen liefern kann und für viele Geschäftsbereiche ein unverzichtbares Medium geworden ist.

In den letzten Jahrzehnten hat sich die gesamte Technik der Computerindustrie sehr schnell, ja geradezu rasant weiterentwickelt. Dies ist auf der einen Seite sehr spannend, aber auf der anderen Seite ist es teilweise enorm schwer, einen umfassenden Überblick zu bewahren bzw. zu bekommen. Die Rechenleistungen der heutigen Prozessorgenerationen erhöhen sich in relativ kurzen Zeitabständen, sodass beispielsweise ein heute gekaufter Rechner (PC) morgen schon wieder von einer neuen Generation „überholt“ bzw. abgelöst wird.

Geschichtliches

Kritiker traten Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts auf den Plan und kritisierten die stetig zunehmende Abhängigkeit von Hard- und Software. Die angebotene Hardware stellte keine Lösung dar, sondern war lediglich die preisgünstige Kopie einer dennoch proprietären Technologie. Auch kompaktere und modernere Hardware brachte keine höhere Flexibilität und erzeugte meist nur höhere Kosten.

Aus dem Grund versuchten Unternehmen, den höheren Anschaffungskosten entgegenzuwirken, oder vollzogen ein komplettes EDV-Outsourcing. Trotz der primären Kostenersparnis litt die Individualität der einzelnen Lösungen unter dem neuen System; nicht selten stellte sich eine günstige Lösung im Nachhinein als teurere Variante dar. Dennoch suchten viele Unternehmen oder Organisationen nach Lösungen außerhalb der sogenannten Mainframe-Welt der Großrechner. Vielfach wurde dabei die offene Systemplattform UNIX favorisiert, da die Vielzahl der Hardware-Plattformen unter UNIX für

Marktoffenheit und Konkurrenz unter den Anbietern sprach. Diese Hoffnungen wurden nur teilweise erfüllt, denn der hohe Wartungs- und Schulungsaufwand sprach gegen diese Lösung.

Parallel zu dieser Entwicklung startete der IBM Personal Computer (PC) seinen Siegeszug. Er ermöglichte kleinen und mittelständischen Unternehmen die Anschaffung von Rechnerleistung zu überschaubaren Kosten. Innerhalb kürzester Zeit wurden neue Anwendungen für den PC entwickelt. Viele Software-Unternehmen, darunter Microsoft, erkannten das Potenzial in diesem Markt. Das schnelle Entstehen eines ausgewogenen Wettbewerbs kam den Anwendern in Form von breit verfügbarer und preiswerter Software zugute.

Der Personal Computer der Gründerzeit war jedoch zunächst mit dem Makel behaftet, dass er nicht mit der Außenwelt oder auch nur mit anderen PCs kommunizieren konnte. Das Arbeiten in Teams mit ständigem Informationsaustausch war kaum möglich. Zudem benötigte jeder Arbeitsplatz einen eigenen Drucker. Um Informationen auszutauschen, wurden zu hohen Kosten und mit großem Zeitaufwand Datenträger (Disketten oder Magnetbänder) verschickt.

Eine Lösung bahnte sich erst mit der Entstehung der ersten PC-Netzwerke an. Damit war ein direkter Datenaustausch von Rechner zu Rechner möglich. Der Datenaustausch durch das explizite Verschicken der Dokumente war jedoch noch zu umständlich. Zudem waren die angeschafften Drucker an den einzelnen Arbeitsplätzen die meiste Zeit ungenutzt. Daher entstand eine neue Idee: Ein bestimmter Rechner im Netzwerk dient der Ablage aller auszutauschenden Daten, und an diesem zentralen Rechner wird ein Drucker angeschlossen, der von allen angeschlossenen Arbeitsplätzen aus genutzt werden kann. Diese Überlegung war die Geburtsstunde einer speziellen Betriebssystemvariante, des Datei- und Drucker-Netzwerksservers (File and Print Server). Es handelte sich um ein zentrales, dediziertes (nur für diese Aufgaben bestimmtes) System, das den angeschlossenen Arbeitsplätzen die vorhandenen Daten- und Drucker-Ressourcen zur Verfügung stellte. Bedingt durch immer leistungsfähigere und preisgünstigere Hardware fand diese Lösung schnell eine große Verbreitung.

Im Entwicklungszeitraum zu Ende des vorherigen Jahrhunderts spielt die Rechenleistung eines Serversystems keine zentrale Rolle mehr: Lag früher die gesamte „Intelligenz“ eines Systems im Zentral-

computer, verteilt sie sich stärker auf alle angeschlossenen Arbeitsplatzcomputer, die selbst Programme ausführen. Dies wiederum ermöglicht eine Arbeitsteilung der folgenden Art: Die Bildschirmmaske zur Kundenabfrage in einer Datenbank kann z.B. lokal auf dem Arbeitsplatzcomputer erzeugt werden. Nach Eingabe der Suchkriterien wird die Abfrage an den Server weitergeleitet, der die Suche auf einer Datenbank durchführt und das Ergebnis an den Arbeitsplatzrechner zurückgibt. Diese Arbeitsteilung wird als Client/Server-Computing bezeichnet. Der Client, also der Arbeitsplatz, richtet eine Anfrage an den Server, der das Ergebnis an den Client zurückleitet. Neben diesem klassischen Einsatzgebiet als Datenbankserver sind viele Anwendungen möglich. Die Verteilung und Speicherung innerbetrieblicher Mitteilungen und Nachrichten ist z.B. die typische Aufgabe eines Mailservers. Seit Anfang des 21. Jahrhunderts geht die Entwicklung wieder zu serverbasierten Anwendungen (Server Based Computing), bei denen Programme auf einem zentralen Server abgelegt werden. Mittlerweile hat sich ein Mischbetrieb eingestellt, der sowohl zentrale als auch dezentrale Installation vorsieht.

Als logische Folge der technischen Entwicklung im Bereich der Hardware folgte eine ebenso rasche Entwicklung im Software-Bereich. Dazu zählen zum einen die Anwendungsprogramme (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation usw.) und auch Kommunikationsdienste wie E-Mail und auch der elektronische Faxversand. Aber insbesondere betrifft diese Entwicklung die unterschiedlichen Betriebssysteme. Betriebssysteme, als wichtigster Bestandteil eines Rechners, waren zu Beginn der Entwicklung so schwierig zu handhaben, dass diese nur durch entsprechende Fachkräfte bedient werden konnten. Speziell durch die starke Verbreitung der PCs trat das DOS-Betriebssystem (und darauf aufsetzend Windows) auch im Netzwerkbereich einen bis zum heutigen Tag unvergleichbaren Siegeszug an.

Viele Unternehmen oder Organisationen beschreiten den Weg zu neuen DV-Lösungen schrittweise. Hier unterstützt Client/Server-Computing, indem es für die Clients im Netzwerk den Zugriff auf Datenbestände ermöglicht, die (immer noch bzw. mittlerweile wieder) auf dem Mainframe liegen. Client/Server-Lösungen helfen durch ihre individuelle Zusammenstellung bei der Verbesserung des innerbetrieblichen Informationsflusses und haben bei sinnvollem Einsatz einen entscheidenden Vorteil: Sie sind flexibler als ihre Vorgänger und ermöglichen den Anwendern unabhängige Lösungen.

Großrechner

Wie erwähnt, liegt die Entstehungsgeschichte der Netzwerke heutiger Zeit weit zurück in der Vergangenheit der Datenverarbeitung, wo noch die sogenannten Großcomputer und Mainframes zum Einsatz kamen.

Speziell in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hielten die Mainframes Einzug in Rechenzentren von Unternehmen und öffentlicher Verwaltung, wo sie teilweise heute noch ihren Dienst versehen. An diese Mainframes selber wurden in der Regel eine Vielzahl von sogenannten „dummen“ Terminals und sonstigen Peripheriegeräten angeschlossen.

Die Mainframes selber waren mit einem entsprechend großen Arbeitsspeicher (Hauptspeicher) ausgestattet, in dem sämtliche Programme abliefen, die benötigt wurden.

Bedingt durch den seriellen Zugriff auf den Hauptspeicher des Mainframes ergaben sich – je nachdem, wie viele Terminals angeschlossen waren – unter Umständen sehr schlechte Zugriffszeiten. Dies bedeutete für die Anwender, dass beim Zugriff auf bestimmte Programme oder Daten teilweise sehr lange Wartezeiten auftraten. Durch extreme Überlastung konnte es sogar zu einem Ausfall des Gesamtsystems kommen.

Minicomputer

Als direkter Nachfolger der Mainframes traten in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts die Minicomputer in Erscheinung. Da die Minicomputer wesentlich kleiner als die klassischen Mainframes und zudem leistungsfähiger und auch kostengünstiger waren, folgte sehr schnell der Einzug in die Rechenzentren der einzelnen Firmen. Diese „opferten“ dafür teilweise ihre Großrechner oder sorgten für eine sinnvolle Symbiose von Großrechner und Minicomputer.

Im Zuge der Einführung von Minicomputern entstand durch den Einsatz mehrerer Minicomputer auch sehr oft eine Dezentralisierung der ADV (Automatisierte Datenverarbeitung). Darüber hinaus wurden die Minicomputer, bedingt durch den Preisverfall, sehr interessant für den kommerziellen Einsatzbereich solcher Systeme.

Personal Computer

Mit dem Einsatz des PCs ergaben sich Anfang der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts (der erste PC kam von der Firma IBM) vollkommen neue und wesentlich flexiblere Einsatzmöglichkeiten. Das „dumme“ Terminal wurde abgelöst durch einen Rechner, der über eine Eigenintelligenz verfügte. Damit war es erstmalig möglich, auf einem lokalen Rechner vor Ort (entfernt von Minicomputer oder Mainframe) Programme zur Verfügung zu stellen, die dieser wiederum in seinem eigenen Arbeitsspeicher (Hauptspeicher) verarbeiten konnte.

Bedingt dadurch wurde keine externe Zentraleinheit (Mainframe oder Minicomputer) mehr benötigt, sondern die Rechenleistung stand ab sofort dort zur Verfügung, wo sie benötigt wurde. Zudem war die verfügbare Rechenleistung teilweise größer als die Leistung, die ein Mini- oder Großcomputer zu liefern in der Lage war.

Mit der verfügbaren Rechenleistung war es den Anwendern möglich, Anwendungen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Dateiverwaltung oder auch grafische Anwendungen einzusetzen – und dies zu einem vergleichbar günstigen Preis und mit wesentlich erhöhter Performance.

Heutzutage übertreffen die PCs bzw. deren Rechenleistung die Leistung der Groß- bzw. Minicomputer (die auch oft als Dinosaurier bezeichnet werden) um ein Vielfaches. Die Rechenleistung wird dabei in der Einheit MIPS (Million Instructions Per Second) angegeben, die die Leistung eines Rechners ganz allgemein dokumentiert.

Die Firma IBM entwickelte unter dem Projektnamen Blue Gene einen Rechner, der mit 1 Billionen Instruktionen pro Sekunde als sogenannter „Petaflop-Rechner“ arbeitet. Dieser Supercomputer wird als schnellster Rechner der Welt insbesondere für medizinische Forschungszwecke eingesetzt.



Entstehung der PC-Netzwerke

Der Einsatz von Groß- und Minicomputern ist jedoch nicht grundsätzlich nur mit Nachteilen behaftet, wie dies vielleicht aus den vorhergehenden Erläuterungen den Anschein haben könnte. So liefern diese Rechnerformen zwei der entscheidenden Gründe für den heu-

tigen Einsatz der PC-Netzwerke. Zum einen ist dies die Ressourcenteilung (z.B. Drucker) und zum zweiten die Nutzung gemeinsamer Datenbestände.

Ein PC wurde zunächst für den Einsatz als Arbeitsplatzrechner ausgelegt und entwickelt. Dies bedeutet, dass alle Programme und Daten lokal nur auf diesem Rechner zur Verfügung stehen. Für eine Weitergabe der Daten an andere Personen (Datenaustausch) wird dazu ein Datenträger (z.B. Diskette, CD/DVD, USB-Stick) benötigt. Des Weiteren steht der lokal angeschlossene Drucker nur dem Anwender an diesem einen Rechner (lokal) zur Verfügung. Um den Drucker für einen anderen Rechner zur Verfügung zu stellen, muss dieser dort explizit angeschlossen werden.

Aus den Erfahrungen mit Großrechnern entstand zwangsläufig der Wunsch, einzelne Rechner (PCs) miteinander zu verbinden, um Programme und Daten austauschen bzw. gemeinsam nutzen zu können. Zum anderen entstand jedoch auch der Wunsch die Ressourcen (z.B. Drucker, Festplatten) effizienter nutzen zu können. Zu Beginn dieser Entwicklung lagen beispielsweise Laserdrucker bei einem Preis von bis zu 10.000,- Euro (damals ca. 20.000,- DM), sodass sich eine Anbindung mehrerer Rechner und damit die Ressourcenteilung sehr schnell auszahlte. Aus diesen Anforderungen sind Mitte der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts die ersten PC-Netzwerke entstanden. Diese LANs (Local Area Network) existieren in dieser oder ähnlicher Form auch noch heute, wurden jedoch der allgemeinen Entwicklung folgend optimiert und an heutige Bedürfnisse angepasst.

An der Geburtsstunde lokaler Netzwerke (LANs) wesentlich beteiligt waren Software-Häuser wie Novell, IBM oder Microsoft, die Lösungen zur Verfügung stellten, mit denen die Anbindung und die Verwaltung einzelner Rechner möglich wurde. Dabei bestanden und bestehen auch heutzutage alle diese Lösungen aus einem Teil Hardware und einem Teil Software. Die Hardware setzt sich zusammen aus einer Netzwerkkarte für jeden Rechner, der an das Netzwerk angeschlossen werden soll, und aus den notwendigen Anschlusskabeln und Netzwerkkomponenten, um die einzelnen Teilnehmer miteinander verbinden zu können. Softwaremäßig gibt es ein spezielles Programm (das Netzwerkbetriebssystem), das eine Ressourcenteilung, Datenzentralisierung und alle anderen Aufgabenbereiche eines Netzwerks abdeckt. Für die Steuerung werden sogenannte Server

eingesetzt, auf denen die zentrale Datenhaltung und beispielsweise auch die Verwaltung eines Zentraldruckers erfolgen.

Durch den enormen Preisverfall bei der Rechnerhardware und bei den Zusatzkomponenten für den Netzwerkeinsatz sind die LANs heutzutage sehr weit verbreitet. In vielen Firmen hat bereits ein modernes LAN das klassische Terminalnetz ersetzt. Die ursprünglichen Aufgaben der Groß- bzw. Minicomputer werden dabei von leistungsfähigen Serverrechnern erledigt.

Die Zahl der installierten, lokalen Netzwerke ist mittlerweile auf mehrere Millionen angewachsen. Dabei verschwindet die Grenze zwischen Systemverwaltung und der Verwaltung lokaler Netzwerke zunehmend, da immer mehr einzelne, kleine Netzwerke zu einem Netzwerkverbund zusammengeschlossen werden.

Bis Ende des vorigen Jahrhunderts stellten lokale Netzwerke „nur“ Datei- und Druckdienste zur Verfügung, um beispielsweise die gemeinsame Nutzung teurer Drucker zu ermöglichen. Heute entwickeln sich diese Netzwerke zu multimedialen, konzernumspannenden Nervensystemen eines Unternehmens, in denen alle verfügbaren Rechnersysteme integriert werden. Großrechner, UNIX-Systeme und Arbeitsplatzrechner verfügen über ihre eigenen Vorteile und Stärken. Durch den Einsatz geeigneter Techniken und Programme lassen sich die Vorteile aller verfügbaren Systeme miteinander kombinieren, wodurch erhebliche Leistungspotenziale freigesetzt werden.

Zu Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde das Ende der Großrechner vorhergesagt. Als unflexible „Dinosaurier“ wurde ihr Aussterben geradezu beschworen. Verunsicherte Anwender fanden sich mit Schlagworten wie Downsizing, Upsizing oder Rightsizing konfrontiert und wussten trotz guter Englischkenntnisse nicht so recht, was sie mit diesen Begriffen anfangen sollten. In der Geburtsstunde der LANs gingen selbsternannte Spezialisten davon aus, dass der klassische Mainframe- oder Minicomputer in absehbarer Zeit tot sei. Alle Aufgaben, die ein Mini- oder Großcomputer erledigte, sollten über kurz oder lang von leistungsstarken Rechnern (Hochleistungsservern) abgelöst werden. Dieses „Herunterbrechen“ der Aufgaben von einem Großrechner auf einen PC (in Serverform) wird mit dem Wort Downsizing bezeichnet.

Die prognostizierte Entwicklung trat jedoch in dieser Form niemals ein. Heutzutage ist zwar nicht eine umgekehrte Situation eingetreten,

aber es gibt ein (berechtigtes) Nebeneinander von Großrechnern und Hochleistungsnetzwerkservern. Erst durch dieses Nebeneinander (Rightsizing) wird es möglich, die überlegene Rechenleistung eines Servers mit der Leistungsfähigkeit eines Großrechners (z.B. Vorhaltung großer Datenbestände) auf ideale Art und Weise zu kombinieren. Somit hat sich die Ablösung der Groß- und Minicomputer zumindest verlangsamt, und nicht selten bildet auch heute noch ein Großrechner ein wichtiges Element, wenn nicht gar das Rückgrat der Datenverarbeitung in Unternehmen oder Organisationen. Dafür sprechen schon die gewaltigen Summen, die vor allem in die Software investiert wurden. Von daher wird nicht unterschieden zwischen Host oder PC-Netzwerk, sondern es stellt sich vielmehr Frage, wie diese Welten sinnvoll miteinander zusammenarbeiten können.

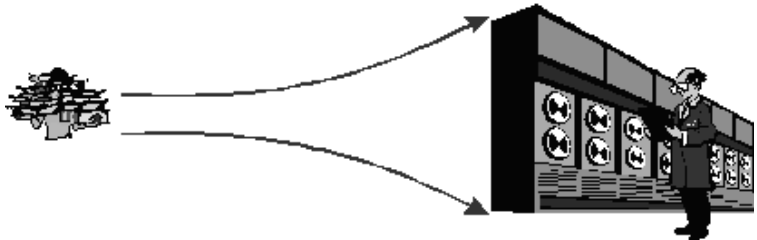


Abb. L1.1: Hostsysteme sollten schon mehrfach „aussterben“

Angesichts hoher Investitionen in die Hard- und Software von Großrechnern ändern viele Unternehmen heute weniger die vorhandenen Mainframe-Anwendungen und ihre komplette Netzstruktur, sondern ergänzen diese in erster Linie durch Unix- oder lokale Netzwerke (LANs), die wiederum die klassischen Terminals ablösen. Zu beobachten ist dabei ein Rückgang in der Anschaffung traditioneller Terminals; Arbeitsplatzrechner (PCs) sind sozusagen die Terminals von heute, auf denen zu diesem Zweck entsprechende Software (Terminalemulation) zum Einsatz kommt.

Zur Integration von Großrechnern in lokale Netzwerke war anfangs immer die Rede von Anpassungen auf der PC- oder LAN-Seite, um effektiver mit Großrechnern kommunizieren zu können. Mittlerweile vollzieht sich jedoch auch auf der Großrechnerseite ein Wandel, um den Ansprüchen an Integration heterogener Welten gerecht zu werden. Zum Beispiel hat die Firma IBM sehr schnell erkannt, dass

ihre proprietäre, streng hierarchisch aufgebaute SNA-Architektur (Systems Network Architecture) nicht mehr dem Stand der heutigen Technik entspricht. APPC und APPN (Advanced Peer to Peer Networking) hieß demzufolge die Erweiterung zu SNA und SAA (Systems Application Architecture). Die Protokollfamilie TCP/IP ist neben APPN ebenfalls ein strategisches Produkt in der Leistungspalette von IBM. Die Implementierung von TCP/IP auf IBM-Großrechner erübrigt die Umsetzung dieses Protokolls in SNA. APPN setzt dabei allerdings voraus, dass die Anwendungen, vor allem Datenbanken, Client-Server-Computing unterstützen. Dies bedeutet, dass es sich bei diesen Anwendungen (Applikationen) um APPC-Anwendungen (Advanced-Program-to-Program-Communication) handelt. Etliche Programme (z.B. DB/2) sind heute bereits APPC-Anwendungen.

Bei der Betrachtung der Einbindung von Rechnern in ein Netzwerk spielt neben den Desktop-Betriebssystemen (DOS, Windows usw.) das Transportprotokoll TCP/IP als die dabei häufig verwendete Verbindungssoftware eine wichtige Rolle. Der Einsatz der Protokollfamilie TCP/IP ermöglicht trotz Heterogenität der Systemwelten gemeinsame Zugriffs- und Bearbeitungsweisen von unterschiedlichen Rechnern und Rechnersystemen. Eine Hauptfunktion von TCP/IP ist dabei der transparente Zugriff und das Teilen sowie Bearbeiten von Daten über unterschiedliche Hardware-Umgebungen und Betriebssysteme hinweg. Benutzer müssen die zu bearbeitenden Daten, etwa von einer Unix-Maschine, nicht auf ihren PC kopieren, dort manipulieren und anschließend wieder zurückschicken. Sie können dies vielmehr direkt auf dem jeweiligen Host tun. Dadurch wird Plattenkapazität eingespart und der Verwaltungsaufwand zentralisiert.

Im Laufe der Zeit sorgten spezielle Entwicklungen dafür, dass der Aufbau eines Netzwerks nicht immer automatisch mit dem Verlegen von Kabeln verbunden sein musste. Was mit Bluetooth, ursprünglich angedacht für den Aufbau eines Netzwerks, begann, wurde sehr schnell in eine neue Technologie überführt, die seitdem als WLAN (Wireless LAN = kabelloses LAN) in den verschiedensten Ausführungen anzutreffen ist. Dabei bezeichnet Bluetooth eine Technologie für eine schnurlose Kopplung von Kommunikationssystemen, aber beschränkt auf eine sehr geringe Reichweite. So eignet sich Bluetooth beispielsweise für die schnurlose Kommunikation zwischen einem Rechner und der Tastatur oder Maus oder zwischen einem Handy und einem Headset.

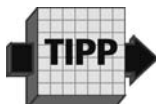
Ein WLAN kennzeichnet ein schnurloses Netzwerk, das auf der Übertragung mittels Funkwellen basiert. Da es hier grundsätzlich unterschiedliche Ansätze gibt, variieren auch die Möglichkeiten der Übertragung, wobei diese jedoch immer begrenzt sind (oder besser: sein sollten) auf das LAN eines Unternehmens oder einer Organisation. Mit der aktuellen Technik bzw. der definierten Norm (802.11n) stehen dabei auch in einem solchen Funknetzwerk sehr hohe Bandbreiten zur Verfügung.

Aber auch die Vorgänger der sogenannten „n-Technik“ (802.11 a/b/g), die nach langen Verhandlungen und Beratungen im Jahr 2009 ratifiziert wurde, stellen bereits Übertragungsraten zur Verfügung, die den Einsatz mobiler Lösungen in den Praxisalltag gebracht haben. So besteht damit beispielsweise die Möglichkeit für den Pflegedienst im Krankenhaus, die Vitalwerte (Körpertemperatur, Puls usw.) der Patienten mittels PDA oder einem sonstigen mobilen Gerät am Patientenbett zu erfassen, die dann per Funk an das zentrale Krankenhaus-Informationssystem übermittelt werden.

Mögliche weitere Anwendungen für WLANs sind neben der Erweiterung bestehender LANs beispielsweise auch in sogenannten Hot Spots zu sehen, worüber in öffentlichen Gebäuden (z.B. im Flughafen) Internetzugänge zur Verfügung gestellt werden.

Netzwerkcomputer

Diverse Erhebungen verschiedener Gremien und Institutionen haben schon vor Jahren zutage gebracht, dass sich der größte Kostenfaktor in Netzwerken nicht aus der eigentlichen Anschaffung von Hard- und Software ergibt. Vielmehr schlagen die Kosten für die Arbeitszeit von Systemverwaltern bei der Konfiguration der Arbeitsumgebung sowie beim Installieren von Hard- und Software, für Schulungen und die laufende Unterstützung (Support) kostenmäßig am stärksten zu Buche. Zudem verteuern nicht selten Fehlbedienungen durch die Anwender den Support – dies nicht zuletzt aufgrund der variablen Einstellungsmöglichkeiten an einem PC-Arbeitsplatz.



Sämtliche Kosten für die Anschaffung und den Betrieb eines Computerarbeitsplatzes werden sehr oft unter der Abkürzung TCO (Total Cost of Ownership) zusammenfasst.

Netzwerkcomputer (NCs) sollen eine Alternative zu herkömmlichen PCs im Geschäftsumfeld sein. Firmen wie Sun, Oracle, IBM und andere sehen darin eine Möglichkeit, die Administrationskosten zu minimieren, die mit einem vollwertigen Desktop-Computer verbunden sind. Außerdem dienen NCs als universeller Client für Java-Anwendungen, die auf vielen Computerplattformen laufen.

Während die Entwicklung und der Umstieg von „dummen“ Terminals hin zum Einsatz der Rechner mit Eigenintelligenz (PCs) erfolgte, stellt sich heute teilweise wieder eine Gegenentwicklung dar. Verschiedene Firmen propagieren den Netzwerkcomputer, der sämtliche benötigte Software über das Netzwerk bezieht. Um welches Netzwerk es sich letztendlich dabei im Einzelnen handelt, ist zunächst vollkommen gleichgültig. Es kann sich um das (weltumspannende) Internet, um ein Intranet (firmenintern) oder auch um ein beliebiges anderes Netzwerk handeln. Die Netzwerkcomputer sollen über die unterschiedlichsten Schnittstellen verfügen.

In heutigen Büroumgebungen ist ein PC ein unverzichtbares Hilfsmittel, durch das sich im Zuge der zunehmenden Vernetzung sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens Kosten einsparen lassen. Dabei können Firmen die Verwaltungskosten der Arbeitsplätze insbesondere durch den Einsatz der sogenannten NCs, Net-PCs oder Thin Clients deutlich senken. Bezogen auf die Anschaffungskosten hält sich dies mittlerweile die Waage, da ein vollwertiger Thin Client inklusive integriertem Betriebssystem durchaus gleich teuer wie ein vollwertiges Desktop-System sein kann.

Der Grundgedanke der Netzcomputer (Thin Client) ist, dass ein Betriebssystem über das Netz sämtliche benötigten Anwendungen lädt und die Daten ebenfalls im Netz ablegt. Das Netzwerk mit all seinen Ressourcen ist keine eigenständige Einheit mehr, sondern eine Erweiterung des lokalen Anwendersystems. Die Trennung zwischen Rechner und Netzwerk besteht nicht mehr. Aufgrund der zentralen Verwaltung dieser Netzrechner sollen sich Support- und Verwaltungskosten reduzieren lassen.

NC-Technologie

Bei dem Konzept der NC-Technologie lebt der klassische Client-Server-Gedanke wieder auf, in dem nicht mehr der lokale Arbeitsplatz, sondern vielmehr das „Netzwerk als Computer“ zu sehen ist. Die Ba-

sis für NCs bildet das „Network Computer Reference Profile“, das im Juli 1996 erstmals von NCI herausgegeben und von Apple, IBM, Netscape, Oracle und Sun abgesegnet wurde. Zu den Hardware-Richtlinien gehört eine dem VGA-Standard entsprechende minimale Bildschirmauflösung von 640 x 480 Bildpunkten, eine Tastatur, ein Pointing-Device sowie Sound-Fähigkeiten. Weiterhin verzichtet der neue Endgerätetyp auf lokale Speichermedien wie Festplatte oder Diskettenlaufwerk und nutzt unterschiedliche Prozessortypen.

Bei den Protokollen der NC-Technologie haben die Hersteller sich auf IP-basierende Protokolle geeinigt, und mit Java wurde eine Entscheidung in Bezug auf eine grundlegende Gemeinsamkeit im Software-Bereich getroffen. Die von Sun entwickelte Programmiersprache Java erlaubt eine plattformübergreifende Entwicklung von Anwendungen, die unverändert auf unterschiedlichen Rechnern, die eine Java Virtual Machine (JVM) besitzen, eingesetzt werden können. Das ergibt den Vorteil, dass NCs zwar nicht von einem Prozessorhersteller abhängig sind, aber dennoch eine Basis für gemeinsame Anwendungssoftware bieten. Netzwerke müssen auch nicht auf einen Schlag auf NCs umrüsten, denn die Vielzahl der heutigen PCs ist zu einem „virtuellen“ NC konvertierbar. Sobald auf einem PC ein Java-kompatibler Browser läuft, erfüllt er die NC-Spezifikationen. Die JVM ist mittlerweile für nahezu jedes Betriebssystem verfügbar; Sun ist sogar dabei, einen Java-Chip für den NC zu entwickeln.

Weitere Einsparungspotenziale liegen in den geringeren Kosten für die Systemverwaltung. Sowohl das Betriebssystem als auch sämtliche Anwendungssoftware ist auf zentralen Servern abgelegt, an denen jegliches Software-Upgrade sowie die Systemadministration stattfindet. Der Vor-Ort-Support und die damit verbundene Infrastruktur werden reduziert. Der NC soll die Vorteile von kostengünstiger Hardware mit pflegeleichtem Netzwerkmanagement verbinden.

Net-PCs

Neben NCs stellen die Net-PCs eine weitere Form der Netzwerkcomputer dar, die zwar wie auch die NCs für den Einsatz in Netzwerken optimiert wurden, dies aber vor allem durch verbesserte Managementfunktionen erreichen sollen. Der Net-PC ist dabei eher als der reine NC als vollständiger PC anzusehen, während der NC in Bezug auf die Betriebskosten eher als Terminal zu betrachten ist. Auch bei

dieser Technologie steht die Senkung der Betriebs- und Anschaffungskosten im Vordergrund. Gleichzeitig gehören die Flexibilität im Umgang, das Leistungsspektrum sowie die Kompatibilität zu bestehenden Netzwerktopologien und Anwendungen zu den Grundlagen des Net-PC-Designs.

Im Rahmen des zentralen Managements stehen dem Net-PC mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Sämtliche Hardware-Komponenten des lokalen Systems lassen sich per Software erkennen und verwalten, um eine erfolgreiche Ferndiagnose und -wartung zu unterstützen. Softwareinstallationen und -konfigurationen sind wie auch bei NCs automatisch direkt über das Netzwerk realisierbar. Für die Hardwareerweiterungen wurde auf ISA-Steckplätze vollständig verzichtet, um den Einbau von nicht durch die Managementsoftware erkennbare Hardware zu verhindern. Das versiegelte Gehäuse ist dazu gedacht, unbefugte Veränderungen der Hardware seitens der Benutzer zu unterbinden.

Net-PCs basieren auf Intel-Prozessoren und der Windows-Oberfläche, sodass eine Integration in bestehende Windows-PC-Umgebungen problemlos erfolgen kann. Neben den Anschaffungskosten für den neuen Rechner fallen keine weiteren Kosten an, da bestehende Netzinfrastrukturen und Rechnerausstattungen weitestgehend unangetastet bleiben. Neue Verkabelungen sowie neue Software und Betriebssysteme sind nicht notwendig.

Die Anbieter der Net-PCs hoffen, durch die „Multi-Homing-Technologie“ eine weitere Steigerung der Absatzzahlen zu erreichen. Mittels dieser Technologie ist es möglich, jedem Anwender an mehreren Orten einen identischen Arbeitsplatz einschließlich des Datenzugriffs zu gewährleisten. Dabei ist es egal, ob der Anwender seinen eigenen Laptop an eine Docking-Station anschließt oder sich mittels NC im Netzwerk anmeldet.

Windows Based Terminals

Spezielle Form der Arbeitsplätze in einem Netzwerk sind auch sogenannte Windows Based Terminals (WBT). Diese Arbeitsplätze wurden speziell für den Einsatz mit dem Terminal Server (TSE) der Firma Microsoft entwickelt. Darüber hinaus können WBTs auch mit den Terminal-Server-Produkten der Firma Citrix eingesetzt werden (Presentation Server, XenApp usw.). Sie sind vom Prinzip her ein Ersatz

für Terminals herkömmlicher Art, jedoch mit dem Vorteil, dass damit auch Windows-Anwendungen genutzt werden können. Wie bei konventionellen Terminals werden auch bei WBTs die Programme und Daten zentral auf einem Server hinterlegt. Dabei werden dann auch lediglich die Eingaben der Anwender über das Netz übertragen.

Ein Nachteil der WBTs ist, dass beim Ausfall des zentralen Servers kein Benutzer mehr auf Programme und Daten zugreifen kann. Dies wiederum lässt sich nur durch eine Ausfallsicherheit ermöglichen, indem mehrere Server zu einer Serverfarm zusammengeschlossen werden.

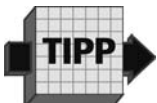
Nachfolgend sind einige Vorteile einer WBT-Lösung aufgeführt:

- Reduzierung der Anschaffungs- und Folgekosten von komplexen Umgebungen
- Anwender kann keine Manipulation am Gerät vornehmen.
- Keine mechanischen Bauteile in den WBTs (kaum Ausfallzeiten)
- Schneller Benutzersupport durch Spiegelung der Anwendersession

Als nachteilig könnten sich bei WBTs folgende Umstände bzw. Ereignisse darstellen:

- Notwendige Investition im Serverbereich
- Sicherstellung der Hochverfügbarkeit des zentralen Servers (Serverduplizierung zum Ausfallschutz)
- Aufrüsten der WBTs in der Regel nur mit externen Peripheriegeräten möglich

Der Einsatz einer Terminal-Server-Lösung mit WBTs sollte genau geplant und im Vorfeld getestet werden. Insbesondere die Planung der benötigten Kapazitäten und einer Hochverfügbarkeitslösung für den Serverbereich stellt hohe Anforderungen an den Planenden.



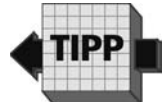
Heutzutage werden sowohl Net-PCs, NCs als auch WBTs allgemein unter dem Oberbegriff Thin Client zusammengefasst.

Virtuelle Desktops

Als relativ neue Technik, die seit 2009 mehr und mehr in den Fokus des Marktes und damit der Anwender kam, ist die Virtualisierung der

Desktops zu sehen. Diese spezielle Form für ein Desktop-System ist ein Ausfluss bzw. eine Ergänzung der Virtualisierung von Servern und sonstiger Ressourcen (z.B. Speicher) dar.

Durch Einsatz der Servervirtualisierung lassen sich unter Einsatz einer Virtualisierungssoftware verschiedene Anwendungen und sogar verschiedene Betriebssysteme gleichzeitig auf demselben (physischen) Server ausführen. Dazu wird der Server in mehrere virtuelle Maschinen (VM) partitioniert. Jede VM verhält sich wie ein einzelner Standalone-Server; in Wirklichkeit läuft sie jedoch unter der Partition eines virtuellen Servers.



Bei der Desktop-Virtualisierung werden nicht nur einzelne Bereiche (z.B. Funktionen oder Anwendungen), sondern immer der gesamte Desktop-Arbeitsplatz virtualisiert. Dies ist vergleichbar mit der Virtualisierung eines Serversystems, wobei bei der Desktop-Virtualisierung auf dem Hostsystem eine virtuelle Maschine als Desktop-System bereitgestellt wird. Dies entbindet einen lokalen Arbeitsplatz von (fast) jedweder Logik und Intelligenz. So kann dort ein Thin Client genutzt werden, um auf das auf einem Server (Hostsystem) zur Verfügung gestellte System zuzugreifen.

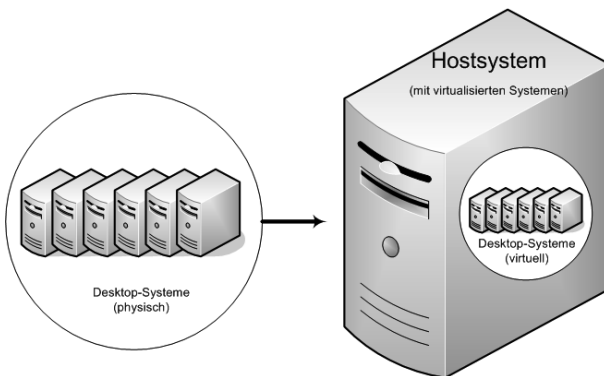


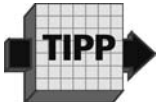
Abb. L1.2: Darstellung der Virtualisierung von Desktop-Systemen

Lösungen für die Desktop-Virtualisierung werden auf dem Markt von verschiedenen Herstellern angeboten und sind unter Namen wie VDI (Virtual Desktop Infrastructure) oder auch MEDV (Microsoft Enterprise Desktop Virtualization) zu finden. Die MEDV basieren in der Regel

auf Virtual PC und finden beispielsweise klassische Unterstützung in dem Desktop-System Windows 7.

Minimierung der Wartungskosten

Positives Merkmal aller Netzwerkcomputer-Technologien sind im Vergleich zu vollwertigen Desktop-Systemen in erster Linie die niedrigeren Betriebskosten. Sowohl die NC- als auch die Net-PC-Technologie oder ganz allgemein die Thin-Client-Technologie sind für einen leistungsstarken Zugriff auf unternehmensweite Daten, Anwendungen und Systeme geeignet. Während Rechner in heutigen Netzen, die sogenannten „Fat Clients“, hohe Kosten verursachen und technologisch einem schnellen Alterungsprozess unterworfen sind, bieten NCs aufgrund ihres Konzeptes einige Vorzüge.



Mit dem Begriff Fat Client wird ein vollwertiger Desktop-Arbeitsplatz bezeichnet, der im Gegensatz zu einem Thin Client über eigene Intelligenz und lokale Ressourcen (z.B. Festplatte) verfügt.

Bei Nutzung der Thin-Client-Technologie konzentrieren sich die Anwendungen für Verwaltung, Wartung, Software-Installation, Updates und Upgrades zunächst einmal auf den Server. Sämtliche Veränderungen, beispielsweise das Löschen von Passwörtern, erfolgen über eine zentrale Managementkonsole. Lokale Speichermedien wie Festplatten sind nicht notwendig, aber den herstellereigenen Spezifikationen zufolge nicht zwingend ausgeschlossen. Lokale Modifikationen von Systemeinstellungen seitens der Benutzer sind durch Fehlen von Disketten- oder CD/DVD-Laufwerken ausgeschlossen.

Die Systemverwaltung kann nur von autorisierten Anwendern über einen zentralen Server erfolgen. Die NCs oder Thin Clients verbinden einfache Installierbarkeit und Bedienung mit den geringen Kosten nicht programmierbarer Terminals. Die Kontrolle der Software-Lizenzen gestaltet sich ebenfalls simpel, da keine Lizenz mehrfach auf lokalen Festplatten liegen kann.

NC- und PC-Anbieter stellen gerne die Vor- und Nachteile ihrer „konkurrierenden“ Technologien gegenüber. Neben grundlegenden Gemeinsamkeiten der Gerätetypen wie Prozessor, Hauptspeicher, Tastatur und Monitor verfügen beide über wesentliche Unterschiede. Während PCs weitestgehend über ein standardisiertes Bussystem,

Schnittstellen sowie Erweiterungskarten und Komponenten verfügen, die herstellerübergreifend austauschbar sind, existieren bei den NCs solche Vorgaben nicht. Entgegen der allgemeinen Meinung, dass NCs grundsätzlich nicht über lokale Speichermedien verfügen, ist dies optional möglich. Dies ist durchaus sinnvoll, da Programme, die der Anwender grundsätzlich immer benötigt, nicht erst vom Server herunter geladen werden müssen. Des Weiteren eignen sich lokale Festplatten ideal für die Ablage der Auslagerungsdateien, wodurch sich eine immense Aufrüstung des Arbeitsspeichers verhindern lässt.

Fazit

Die Verfechter der Netzwerkcomputertechnik sehen diese Technologie als Triebfeder für das Informationszeitalter. Als eine der führenden Firmen auf dem NC-Markt ist die Firma Oracle zu nennen. Der Chef von Oracle, Lawrence J. Ellison, sagte bereits Ende des vorigen Jahrhunderts, „ ... dass es nie ein Informationszeitalter geben wird, wenn ausschließlich PCs der herkömmlichen Art zum Einsatz kommen“.

Ganz allgemein betrachtet lässt sich bei der Netzwerkcomputertechnologie eine große Gefahr bei der Verlagerung der Anwendungen in das Netz feststellen. Dabei ist davon auszugehen, dass in NC-basierten Netzen eine Architektur benötigt wird, die aufgrund der hohen Netzwerklast eine große Bandbreite zur Verfügung stellen kann. So werden verteilte Backbones mit Hochgeschwindigkeits-Server-Zugängen, hoher Quality of Service und hoher Datendurchsatz zu den Endgeräten sowie ein effizientes Verkehrsmanagement gefordert. ATM, FDDI, Fast- oder Gigabit-Ethernet sind aber keinesfalls eine Grundvoraussetzung für den Einsatz der schlanken Clients. NC-Gegner übersehen dabei meistens, dass rund 90 Prozent der Anwender nicht auf ressourcenintensive Anwendungen zugreifen, sondern sich lediglich mit Datenbank- und Online-Anwendungen sowie Textverarbeitungen beschäftigen.

Der typische Netz-PC-Benutzer ist ein Anwender, der innerhalb eines Firmennetzwerks mit Windows arbeitet und sich beispielsweise ausschließlich mit der Texterfassung befasst. Für solche Benutzer ist die Flexibilität eines konventionellen PCs geradezu übertrieben, in der jeder nur erdenkliche Anspruch befriedigt werden muss. Die so-

nannten „Power-User“ mit speicherintensiven Grafikanwendungen werden diese mit Sicherheit nicht auf einem NC oder Net-PC einsetzen, sondern auch weiterhin dem „Thin Client“ den sogenannten „Fat Client“ vorziehen. Den größten Vorteil soll daraus der Endanwender ziehen, da der Rechner am jeweiligen Arbeitsplatz stabiler und zuverlässiger läuft als jeder konventionelle und individuell konfigurierte PC. Die Produktivität am Arbeitsplatz ist durch die geringeren Ausfallzeiten ebenfalls noch zu steigern.

Den PC gänzlich ablösen wird weder der NC noch der Net-PC oder die vielfältigen Virtualisierungsansätze (VDI usw.). Interesse finden diese Optionen jedoch in vielen Unternehmen und Organisationen. Interessant wird sein, wie sich die NC-Anbieter IBM, Oracle und Sun gegenüber dem von Microsoft und Intel propagierten Net-PC mit ihren unterschiedlichen Produkten im Markt behaupten werden. Sowohl IBM als auch Oracle (nicht zuletzt durch die Übernahme von Sun) haben das NC-Business zum Kerngeschäft erklärt und setzen voll auf Java. Fraglich bleibt in diesem Zusammenhang, ob sich diese Rechnertypen in kurzer Zeit in genügender Stückzahl vertreiben lassen.

Heterogene Netzwerke

Im Rahmen des Miteinanders von Großrechner und Hochleistungs-Servern stellt sich nicht selten die Anforderung, in einen Netzwerkverbund weitere Rechnersysteme einzubinden. So kann es passieren, dass neben dem LAN und der Hostanbindung auch noch die Integration eines UNIX- oder Linux-Systems benötigt wird. Ein solcher Fall wird als heterogenes Netzwerk (gemischtes Netzwerk) bezeichnet. Dabei ist die Existenz solcher heterogener Netzwerke erst dem Siegeszug der LANs zu verdanken. Durch die damit verbundene Flexibilität wurde nämlich eine Anbindung von Systemen unterschiedlicher Hersteller erst ermöglicht.

Im Rahmen dieser Überlegungen fällt auch sehr häufig der Begriff des Network Computing, womit eine allumfassende EDV-Ausstattung einer Firma bezeichnet werden kann, mit der alle verfügbaren Rechnersysteme gekoppelt werden können. So dient das Network Computing der transparenten Verteilung von Daten und Rechenleistungen, um diese allen Benutzern an jedem beliebigen Ort einer Firma zur Verfügung stellen zu können. Die verfügbaren Ressourcen

sind somit nicht nur den Benutzern vorbehalten, die sich in der Nähe eines Servers befinden.

Client/Server-Architektur

Die nach wie vor stark propagierte Client/Server-Architektur stellt eine Erweiterung der klassischen Hostanbindung dar. Dabei arbeitet ein Client/Server-System nach dem folgenden Verfahren bzw. Prinzip: Eine Arbeitsstation in einem Netzwerk stellt eine Datenbankabfrage, wobei die Datenbank selber auf einem zentralen Rechner (Server) abgelegt ist. Der klassische Fall hätte zur Folge, dass der komplette Datenbestand zur Arbeitsstation übertragen wird und dort die gewünschte Selektion durchgeführt wird. Beim C/S-Prinzip hingegen übernimmt der Server als Zentralrechner die Aufgabe, die Abfrage durchzuführen. Anschließend wird dann lediglich das Ergebnis an die Arbeitsstation übermittelt.

Entstanden ist das C/S-Prinzip aus der Überlegung heraus, dass der einzelne Arbeitsplatzrechner und die Verbindungswege zum Server so wenig wie möglich belastet werden. In Zeiten hochleistungsfähiger Rechner (als Server und Arbeitsstationen) und entsprechend schneller Verbindungswege stellt sich die Frage, ob C/S noch zeitgemäß ist. Dennoch wird das Client/Server-Prinzip momentan als die Zukunftstechnologie schlechthin bezeichnet. Die verfügbaren Großrechner werden dabei als sogenannte „Superserver“ eingesetzt, auf denen dann die Vorhaltung der Daten für die dezentral eingesetzten Systeme einer Firma oder einer Organisation abgelegt sind. Das Hauptaugenmerk richten die Unternehmen bei der Einführung von Client/Server-Systemen zum einen auf die sich hoffentlich senkenden Kosten für die Datenverarbeitung. Zum zweiten erwarten die Entscheidungsträger die Unterstützung der Geschäftsabläufe und eine damit einhergehende Qualitätssicherung des Unternehmens.