

Getrost der Prämisse „*Nichts ist so beständig wie der Wandel*“ fällt es zunehmend schwerer, Leitlinien für eine zukunftssichere Netzplanung aufzustellen. In einer Welt, in der sich die Innovationszyklen ständig verkürzen, Produkte innerhalb eines Quartals veralten und das Internet alle Geschäftsbereiche umwälzt, bleiben auch die Netzwerktechnologie und ihre Prinzipien kaum ausgespart. Dennoch lassen sich einige Trends erkennen:

- Zukünftige Anwendungen verlangen die Übertragung großer Datenmengen. Dazu zählen Augmented- und Virtual-Reality-Anwendungen, Streaming-Dienste mit hohen Datenraten für Full-HD-Videos oder Cloud-Gaming-Dienste, bei denen Video- und Kontrolldaten in Echtzeit übertragen werden. Aber auch die Übermittlung von Röntgenbildern hoher Auflösung zwischen medizinischen Einrichtungen oder gar die Übertragung des Operationsgeschehens zwischen Krankenhäusern ist keineswegs nur Vision, sondern schon Realität.
- Die Zukunft zeigt eine Applikationslandschaft, die hohe Ansprüche an Antwortzeit und Güte der Übertragung stellen wird. Den durch die neuen Anwendungen dramatisch wachsenden Ansprüchen an die Bandbreite gesellt sich eine revolutionäre Veränderung des Verkehrsmusters hinzu. Die alte 80/20-Regel, nach der 80% der Datenlast im Segment oder dem Unternehmen verbleiben und nur 20% die Segmentgrenze überschreiten, wird durch Client/Server-Architekturen, das Internet und die VLAN-Bildung regelrecht auf den Kopf gestellt. Dieser Wandel, gekoppelt mit der Dezentralisierung der Datenquellen allgemein, macht die Datenflüsse eines Netzes unvorhersehbar und hochdynamisch.
- Die Veränderungen in den Anwendungen, in der Zahl der Netzbenutzer und im Verkehrsmuster machen verständlich, warum Organisationen gezwungen sind, permanent Teile ihres Netzes neu zu strukturieren und auf Technologien mit höherer Bandbreite umzustellen.

- Steigerung von Serverbandbreite und -geschwindigkeit für weltweit verteilte Dienste
- Latenzzeit-Reduktion
- Multimedia-Anwendungen
- Zero-Trust-Sicherheitsmodell

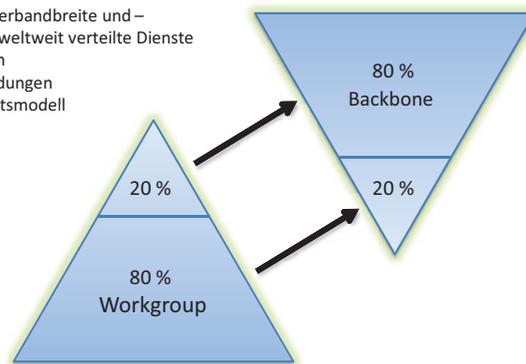


Bild 1.1 Veränderte 80/20-Regel

Dennoch existieren auch in diesem Meer von Unwägbarkeiten einige Fixpunkte. Diese Begriffe bilden praktisch die unverrückbaren Säulen des Netzgebäudes, um die sich alle neuen Entwicklungen ranken und an denen sie sich orientieren. Zu den Grundprinzipien gehören Aspekte wie:

- Kommunikationsrichtung und Anzahl der Kommunikationspartner,
- Topologie/Architektur und Ausdehnung,
- Protokolle und Dienste,
- Signalcodierung und Übertragungsmedium,
- Fehlerbehandlung und Datenflusskontrolle,
- Wegewahl/Routing.

Netzwerke bieten mehr als nur die Befreiung des PCs aus seinem isolierten Wirkungsbereich. Häufig fallen in diesem Zusammenhang Begriffe wie Server, Netzwerkbetriebssysteme oder Adapter sowie der Verweis auf zahlreiche Vorteile wie Kostenreduzierung oder Produktivitätssteigerung.

■ 1.1 Basiselemente eines Netzwerkes

Eine Netzstruktur basiert auf vier Elementen:

- den **Rechnern oder Knoten**, die verbunden werden sollen,
- den **Infrastrukturkomponenten**, die den Anschluss und die Kopplung der Rechner im Gesamtkontext leisten. Zu ihren Aufgaben gehört es, Datensignale zu regenerieren und dann zu übertragen (Signalisierung), Informationen über die möglichen Wege im Netzwerk bereitzustellen, andere Geräte über Fehler im Netz zu informieren, Datenverkehr gemäß den Dienstgüteanforderungen zu klassifizieren oder Datenströme anhand von Sicherheitsrichtlinien zu erlauben oder zu unterbinden,
- der **Verkabelung**, die die physikalische Verbindung der einzelnen Elemente sicherstellt. Neben der kabelgebundenen Möglichkeit existiert die Anbindung von Endgeräten an die Netzwerkinfrastruktur über drahtlose Alternativen,
- dem **Protokoll**, das die Regeln für einen Nachrichtenaustausch festlegt. Dazu gehört die Definition von Nachrichtentypen und der Übertragungseinheit, d. h. des Datenpaketes, seines Inhaltes und seiner Größe und Struktur, sowie den Austauschprinzipien zwischen den Netzteilnehmern.

Damit sich der Netzwerkzug in Bewegung setzen kann, fehlen noch die Schienen, die Weichen und der Fahrplan:

- **Netzwerkkarte:** In jedem in das Netzwerk zu integrierenden Rechner muss eine Netzwerkkarte installiert sein. Erst über diese Weiche kann der Teilnehmer an den Leistungen des Verbundes partizipieren. Jede Anfrage oder Mitteilung an andere Teilnehmer wird über dieses Medium in das Netzwerk eingespeist. Die Netzwerkkarte ist zuständig für die Übertragung und den Empfang aller Nachrichten.
- **Verbindung:** Die Verbindung zwischen den Netzwerkkarten und damit zwischen den einzelnen Teilnehmern in Form der Schienen wird über Netzkabel oder drahtlos hergestellt. Für kabelgebundene Verbindungen stehen zwei Typen zur Auswahl: Twisted-Pair-Kabel oder Glasfaserkabel. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der zulässigen Geschwindigkeit und technischer Parameter des Übertragungsmediums: elektrischer oder Lichtimpuls.
- **Netzwerkfähiges Betriebssystem:** Für die Kommunikation müssen die Teilnehmer eines Netzwerkes dieselbe Sprache sprechen, diese Regeln werden in Protokollen beschrieben und müssen letztendlich in Software umgesetzt werden. Heutzutage implementieren nahezu alle Betriebssysteme diese Softwarekomponenten, um über Netzwerke miteinander zu kommunizieren. Weiterhin benötigen die Betriebssysteme passende Treiber, um Hardware zur Kommunikation wie Netzwerkkarten zu unterstützen. Der Weg dahin führte aber über spezielle Varianten wie Novell Netware, das zu Spitzenzeiten einen Marktanteil von 80 % besaß.

Die Vorteile eines Netzwerkes erstrecken sich auf unterschiedliche Bereiche:

- **Datenverbund** gewährt den Zugriff auf räumlich verteilte Daten.
- **Lastverbund** gestattet eine optimale Prozessorauslastung. Damit kann eine Verteilung der Rechenlast zu Spitzenzeiten erreicht werden.
- **Funktionsverbund** erweitert die lokale Funktionalität durch den Zugriff auf gemeinschaftlich netzwerkweit genutzte Ressourcen.
- **Leistungsverbund** ermöglicht im Falle einer algorithmischen Zerlegung eines Problems die Verteilung der Rechenlast auf mehrere Knoten. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Berechnung von Schlüsseln der symmetrischen Verschlüsselungsalgorithmen.
- **Verfügbarkeitsverbund** stellt eine Mindestleistung bei Ausfall einzelner Komponenten zur Verfügung. Fällt ein Netzknoten aus, kann der Anwender im Idealfall einen Nachbarrechner nutzen, ohne auf die netzweiten Ressourcen verzichten zu müssen. Lediglich die lokalen Anwendungen bleiben von der Bearbeitung ausgeschlossen. Damit wächst die Verfügbarkeit des Gesamtsystems.

Die Leistungsfähigkeit eines Netzwerkes lässt sich anhand dreier Faktoren beurteilen:

- **Bandbreite:** Sie ist der Ausdruck für die Kapazität, die das Medium bewältigen kann. Sie misst das Informationsvolumen, das von einem zu einem anderen Ort in einer gegebenen Zeitspanne übertragen werden kann. Die übliche Maßeinheit ist Bit/s.
- **Durchsatz:** Er gibt die aktuell transportierte Menge an Daten an und spiegelt damit die augenblickliche Verkehrssituation und kein theoretisches Maximum wider.
- **Goodput:** Er ist das Maß für die übertragenen Nutzdaten, d.h. der reinen Nettodaten ohne den verwaltungsmäßig notwendigen Protokolloverhead.

■ 1.2 Netzwerkkategorien

Netzwerke werden zur besseren Systematisierung, zur einfacheren Verwaltung und zur übersichtlicheren Fehlersuche in Kategorien eingeteilt. Eine gängige Typisierung unterscheidet nach:

- Reichweite,
- administrativer Verantwortung,
- Topologie,
- Technologie.

Der geographische Bereich, den ein Netzwerk abdeckt, wird üblicherweise dreigeteilt:

- Local Area Network (LAN),
- Metropolitan Area Network (MAN),
- Wide Area Network (WAN).

LANs sind Netzwerke von Unternehmen. Jedes Unternehmen hat ein starkes Interesse daran, diese Infrastruktur unter eigener Kontrolle zu betreiben und zu warten, um das Herzstück der Informationstechnologie autonom zu halten. Es ist dabei auf das Firmen- oder Campusgelände und in seiner Ausdehnung ohne Zusatzmaßnahmen auf 500 m beschränkt.



Die eingesetzte Technologie und der verwendete Kabeltyp bestimmen wesentlich die exakten Entfernungseinschränkungen und die Anzahl der Knoten, die ein LAN bilden.

Unter einem **MAN** ist ein Regionalnetz mit einem Ausdehnungsradius von ca. 100 km zu verstehen. Ein **WAN** hingegen ist keiner geographischen Beschränkung unterworfen.

MANs bilden häufig Verbindungsnetze zwischen Institutionen. Ihr Hauptaugenmerk liegt auf der Bildung von Kommunikationsverbänden jenseits der geographischen Unternehmensgrenzen unter eigener Administration und Kontrolle.

WANs verbinden die unterschiedlichen LANs der Unternehmen über eine gesonderte Infrastruktur, die sich im Besitz spezialisierter Dienstleister befindet. Ähnlich wie das Autobahnnetz, das Orte nicht direkt verbindet, besitzt ein WAN keine explizit angebotenen Teilnehmerstationen. Benutzer sind also immer Teil eines LANs oder MANs, die entweder regional begrenzt verbunden werden oder aber unter Zuhilfenahme eines WANs räumlich unbegrenzt gekoppelt werden.



WANs sind Netzwerke, die Routing-Protokolle zur Wegewahl der zu übertragenden Informationen nutzen. LANs hingegen beruhen in der Regel auf dem Broadcast-Prinzip, wie es vom Rundfunk her bekannt ist.

Ein flexibler, zukunftsfähiger Netzaufbau setzt ein entsprechendes Design voraus. Der Topologie kommt große Bedeutung zu, denn schließlich bildet sie das Rückgrat des Netzes, das nur mit großem Aufwand verändert werden kann. Eine Topologie lässt sich hinsichtlich dreier Merkmale beurteilen:

- **Skalierung:** Wie verhält sich der Aufbau bei einer Erweiterung oder Reduzierung von Stationen?
- **Fehlertoleranz:** Wie reagiert das Netz auf den Ausfall einer Station oder einer Verbindung zwischen Rechnern?
- **Verkabelungsaufwand:** Welcher Aufwand entsteht, um alle Stationen anzuschließen?

Unter Berücksichtigung dieser Fragestellungen lassen sich drei Grundformen bewerten:

- **Bus:** Dieser Aufbau verwendet ein zentrales Kabel. Die einzelnen Rechner müssen sich vergleichbar den Haltestellen einer Buslinie gesondert an dieses Medium anschließen. Dazu ist ein eigenes Anschlusskabel für jeden Rechner notwendig. Die Enden der Buslinie müssen durch einen Abschlusswiderstand ordnungsgemäß terminiert werden. Bei dieser Topologie wird nur sehr wenig Kabel benötigt. Rechner können sehr einfach am Netzverkehr teilnehmen, aber auch durch Lösen der Verbindung zum zentralen Kabel wieder zu Kommunikationsinseln werden. Sobald aber das Buskabel unterbrochen wird, kommt das gesamte Netzwerk zum Erliegen.
- **Ring:** Jede Station besitzt genau einen linken und einen rechten Nachbarn. Der Ring ist gerichtet, d. h. die Nachrichten werden in definierter Weise weiterge-