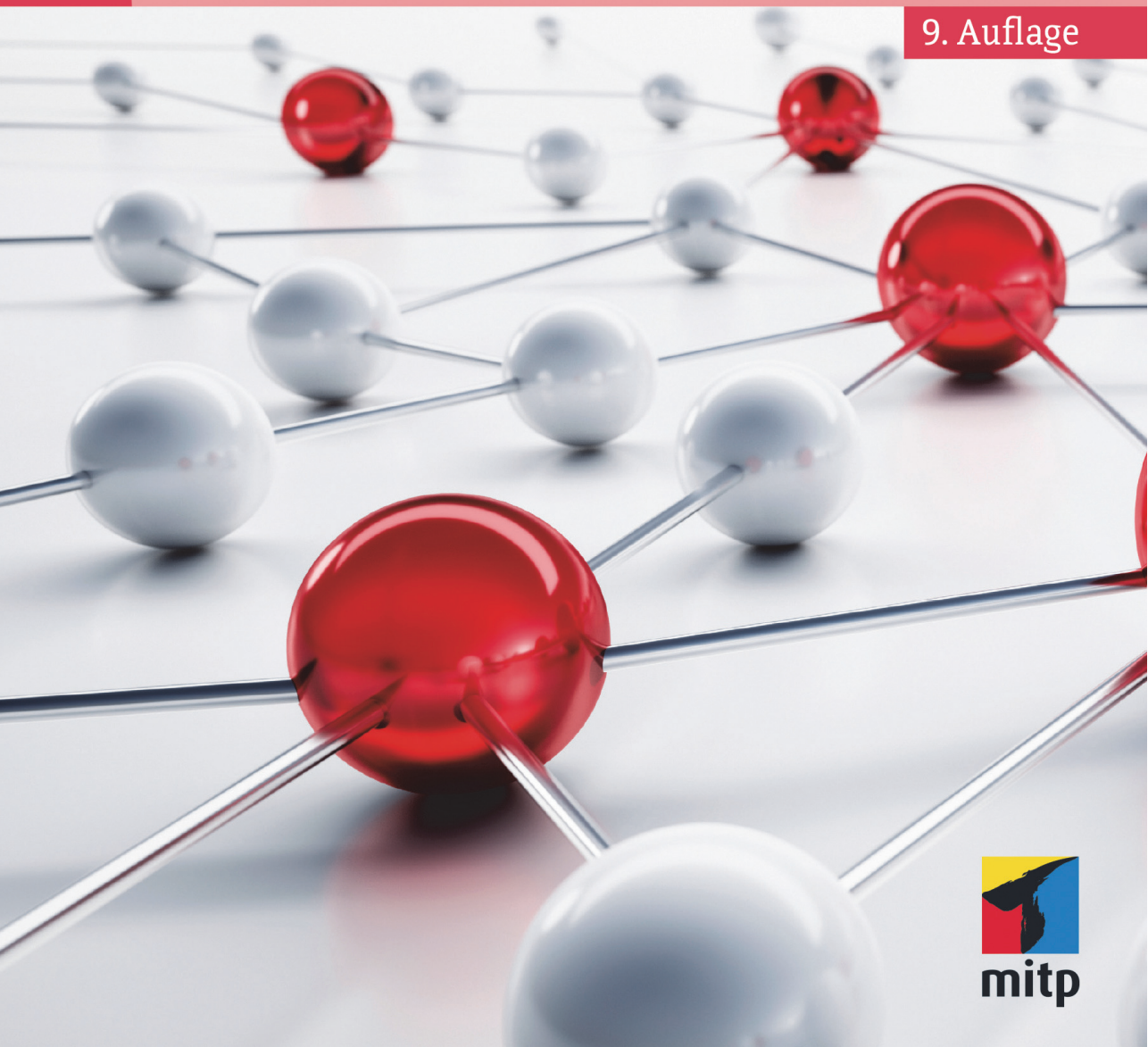
Markus Kammermann

CompTIA Network+

Computer-Netzwerke verständlich erläutert

Vorbereitung auf die Prüfung N10-009

9. Auflage



mitp

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Einführung

Wenn meine jüngste Tochter unterwegs ist, macht sie mit ihrem Handy Fotos, die sie umgehend im Internet postet. Sie chattet in einem sozialen Netzwerk und auf ihrem PC hat sie Webbrowser und Cloudzugänge installiert, um sich mit der Welt auszutauschen, und speichert so gut wie alle ihre Informationen und Arbeiten digital in ihrer Cloud.

Wenn meine Mutter mit ihren weit über 85 Jahren heute ein Buch lesen möchte, verbindet sie ihr Android-Tablet mit dem WLAN, lädt sich das entsprechende Buch aus dem Internet herunter – genauso selbstverständlich, wie sie früher in eine Buchhandlung gegangen ist – und freut sich, dass sie Farbe, Leuchtkraft und Größe der Buchstaben so einfach an ihre Bedürfnisse anpassen kann.

Mich beeindruckt persönlich, wie tief das Thema »Netzwerke« nicht nur in Unternehmen, sondern auch in den privaten Sprach- und Alltagsgebrauch vorgedrungen ist. Durch die ständig steigende Durchdringung unseres Lebensraums mit vernetzten Geräten und Anwendungen, angefangen beim mobilen Telefon mit Bluetooth-Schnittstelle über Breitbandanschlüsse bis hin zu virtuellen Netzwerken und der doch für viele noch recht neuen Handhabung mit künstlicher Intelligenz, haben sich die Begriffe der Netzwerktechnik bis tief in den allgemeinen Alltagsgebrauch vorgewagt – und es bedarf entsprechend einer ausreichenden Anzahl an Personen, die sich mit dieser Thematik auskennen und in der Lage sind, Netzwerke in verschiedenster Form zu planen, zu installieren und zu warten.

Und was im privaten Umfeld gilt, gilt erst recht in der Unternehmensinformatik. Ob die Nutzung gemeinsamer Ressourcen, die Anbindung der Firma an unterschiedliche Clouddienste oder die Einrichtung einer (virtuellen) Kommunikationsinfrastruktur – ohne Netzwerke ist die Unternehmens-IT von heute nicht mehr denk- und schon gar nicht mehr realisierbar. Und entsprechend braucht es genügend Fachleute, welche die Anwendung dieser Technologie beherrschen und die Kunden unterstützen können.

Darum ist heute ein guter Zeitpunkt, wenn Sie beginnen, sich mit dieser Thematik auseinanderzusetzen und teilzuhaben an den Möglichkeiten, die sich daraus eröffnen, sich mit Netzwerken auszukennen, sie zu planen und zu konfigurieren und damit zu arbeiten.

1.1 Das Ziel dieses Buches

Dieses Buch verfolgt zwei Ziele: Ihnen die Welt der Netzwerke zu erklären sowie Sie auf die entsprechende Zertifizierung Ihrer Fähigkeiten als CompTIA-Network+-Techniker/-in vorzubereiten.

Die folgenden Kapitel dieses Buches möchten Ihnen dazu das notwendige Wissen vermitteln und Ihnen eine Orientierung geben, damit Sie sich anschließend in den verschiedenen Themenbereichen von Netzwerken zurechtfinden und in der Lage sind, Netzwerke zu verstehen und entsprechend zu betreuen. Dabei begegnen Sie in diesem Buch Netzwerken in ihren unterschiedlichsten Dimensionen von der Idee der Vernetzung und Modellen von Netzwerken über Stecker, Komponenten und Verbindungen bis hin zu Anwendungen wie dem Teilen von Ressourcen oder dem E-Mail-Verkehr, aber auch den mit Netzwerken verbundenen Risiken.

Zum Inhalt dieses Buches gehört auch, dass Sie in der Lage sein werden, Kunden zu verstehen und deren Anforderungen an einen gewünschten Netzwerksupport umsetzen zu können.

Die Themen dieses Buches und eventuell auch ein dazugehöriges Seminar unterstützen Sie beim Erlernen und beim Aufbau eines eigenen Verständnisses der technischen Begriffe, der Funktionsweise von Netzwerken, Protokollen und Anwendungen sowie der Fehlerdiagnose.

Eine ausreichende eigene Praxis und gegebenenfalls eine ergänzende Ausbildung durch ein Seminar bieten Ihnen zusammen mit diesem Buch die notwendigen Grundlagen, um die Prüfung CompTIA Network+ erfolgreich bestehen zu können. Aus diesem Grund hat CompTIA zusammen mit den Network+-Lernzielen auch eine Liste von nützlichen Komponenten von Hard- und Software veröffentlicht, mit deren Hilfe Sie sich z.B. in einem Training oder Labor praktisch mit der erforderlichen Thematik auseinandersetzen können.

1.2 Die CompTIA-Network+-Zertifizierung

Die CompTIA-Network+-Zertifizierung wendet sich an Technikerinnen und Techniker mit vorhandener Berufserfahrung im Informatikbereich und bescheinigt zertifizierten Personen eine breite Kenntnis auf dem Gebiet der Netzwerktechnologie. Das bestandene Examen bedeutet, dass der zertifizierte Absolvent die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzt, um eine festgelegte Netzwerkarchitektur mit grundlegenden Sicherheitseinstellungen zu implementieren. Außerdem ist er in der Lage, Netzwerkgeräte mit den geeigneten Netzwerktools zu konfigurieren und instand zu halten sowie auftretende Probleme zu beheben. Des Weiteren kennt er die Eigenschaften und Zielsetzungen von Netzwerktechnologien, kann

grundlegende Lösungen empfehlen und den Netzwerkverkehr analysieren und ist mit den gängigen Protokollen und Medientypen vertraut.

Die CompTIA-Network+-Prüfung eignet sich sehr gut als Vorbereitung auf die IT-Zertifikate diverser im Netzwerktechniksektor aktiver Hersteller.

Damit die Zertifizierung am Markt bestehen bleibt, wird die Prüfung durch die CompTIA regelmäßig aktualisiert und an die aktuellen Anforderungen angepasst. Die letzten beiden Anpassungen fanden 2021 und aktuell im Jahr 2024 statt. Die Inhalte der Zertifizierung werden anschließend in Lernzieldokumenten auf der Website von CompTIA unter `www.comptia.org` veröffentlicht (sogenannte *Exam Objectives*).

Die Network+-Zertifizierung teilt sich in mehrere Fachgebiete, im CompTIA-Sprachgebrauch *Domain* und in der Übersetzung von CompTIA *Wissensgebiet* genannt. In der aktuellen Fassung der Prüfung (N10-009) lauten diese Themen wie folgt:

Wissensgebiet	Thematik
Wissensgebiet 1	Netzwerk-Konzepte
Wissensgebiet 2	Netzwerk-Implementationen
Wissensgebiet 3	Netzwerkbetrieb
Wissensgebiet 4	Netzwerksicherheit
Wissensgebiet 5	Netzwerk Troubleshooting

Entsprechend lernen Sie in diesem Buch die oben genannten Themenbereiche ausführlich kennen und können sich mit diesem Buch das für die Zertifizierung notwendige Wissen aneignen sowie dazugehörige Praxistipps und Übungen mitnehmen.

Im Zentrum steht dabei weniger die Auflistung aller möglichen und unmöglichen Abkürzungen aus diesem Bereich, sondern die Schaffung eines Verständnisses für die Thematik Netzwerk und die Funktionsweise der einzelnen Elemente.

Für alle relevanten Abkürzungen finden Sie zudem ein ausführliches Abkürzungsverzeichnis im Anhang dieses Buches.

Neu hinzugekommen sind in der vorliegenden 9. Auflage hinsichtlich der aktuellen Prüfung die folgenden Elemente:

- Aktualisierung von Standards und Verfahren (Ethernet, WLAN, IPv6)
- Das Thema Sicherheit wurde aktualisiert
- Eine Beispielprüfung in vollem Umfang des Examens N10-009

1.3 Das Weiterbildungsprogramm von CompTIA

Halten Sie Ihre Zertifizierung mit dem Weiterbildungsprogramm (CE) von CompTIA auf dem neuesten Stand. Es ist als kontinuierliche Bestätigung Ihrer Expertise und als Werkzeug zur Erweiterung Ihres Kompetenzspektrums konzipiert.

Durch die Teilnahme am Weiterbildungsprogramm von CompTIA bleiben Sie mit neuen und sich entwickelnden Technologien auf dem Laufenden und können Ihre einmal erworbene Prüfung rezertifizieren.

Ihre CompTIA-Network+-Zertifizierung ist ab dem Tag Ihrer Prüfung drei Jahre lang gültig. Das CE-Programm ermöglicht es Ihnen, Ihre Zertifizierung in dreijährigen Abständen durch Aktivitäten und Schulungen zu verlängern, die sich auf den Inhalt Ihrer Zertifizierung beziehen. Wie Network+ selbst verfügt auch CompTIA Network+ CE über einen weltweit anerkannten ISO/ANSI-Akkreditierungsstatus.

Sie können an unterschiedlichen Aktivitäten und Schulungsprogrammen teilnehmen, darunter auch an höherwertigen Zertifizierungen, um Ihre CompTIA-Network+-Zertifizierung zu erneuern. Schließen Sie CertMaster CE ab, einen Online-CE-Kurs im eigenen Tempo, oder sammeln Sie in drei Jahren mindestens 30 Continuing Education Units (CEUs), laden Sie diese auf Ihr Zertifizierungskonto hoch und Network+ erneuert sich automatisch.

1.4 Voraussetzungen für CompTIA Network+

Gemäß der Website von CompTIA (`www.comptia.org/de`) zur CompTIA-Network+-Prüfung sollte ein Teilnehmer für das erfolgreiche Ablegen der Prüfung über folgende Kompetenzen verfügen:

- CompTIA-A+-Zertifizierung oder entsprechende Kenntnisse, auch wenn die CompTIA-A+-Zertifizierung keine zwingende Anforderung ist
- Mindestens neun bis zwölf Monate Berufserfahrung in der ICT-Netzwerktechnik

Diesen Empfehlungen kann ich als Autor nur zustimmen. Zudem kann Ihnen dieses Buch nicht die praktische Erfahrung vermitteln, die im Bereich Netzwerktechnik nötig ist, um im beruflichen Alltag erfolgreich zu sein. Wenn Sie sich also auf die Zertifizierung vorbereiten möchten, lesen Sie dieses Buch, aber installie-

ren Sie auch selbst ein Netzwerk, gehen Sie in ein Training oder bauen Sie mit Kollegen ein Netzwerk auf und üben Sie sich praktisch in der Konzeption, Installation, Konfiguration und Fehlerbehebung bei Netzwerken.

Für weitere Informationen begeben Sie sich bitte auf die Website von CompTIA unter `www.comptia.org/de`. Details zur Prüfung finden Sie zudem in Kapitel 23 »Die CompTIA-Network+-Prüfung«.

1.5 Danksagung zur 9. Auflage

»Das Verfassen eines Buches über ein so breit gefasstes und sich ständig entwickelndes Thema wie die Netzwerktechnik ist auch für jemanden mit langjähriger und breiter Erfahrung eine herausfordernde Aufgabe.« Den Satz schreibe ich mittlerweile schon seit einigen Auflagen immer an dieser Stelle. Und mit jeder Auflage scheint es mir noch mehr an Bedeutung zu gewinnen, was ich danach geschrieben habe: *»Vor mehr als sieben Jahren habe ich mit der 1. Auflage zu diesem Buch begonnen und damals wie heute bin ich allen Lesern und Mitarbeitern dankbar, die mir neue Ideen mitteilen, mich auf Fehler aufmerksam machen oder mit ihren Wünschen dazu beitragen, dass dieses Buch mit jeder Auflage kompletter und vielfältiger werden kann.«*

Als ich selbst die ersten Netzwerke verlegte, waren das freiliegende gelbe Ethernet-Koaxialkabel mit T-Stücken für ein kleines Büronetzwerk und später geswitchte Sternverkabelungen für Server und Clients, dann folgten Umrüstungen auf Gigabit-Verkabelungen sowie der Aufbau von drahtlosen Netzwerken – und heute stehen wir mitten in der Ausbreitung des »Internets der Dinge« und verschiedener KI-basierter Anwendungen, bei denen Maschinen und Komponenten mit Sensoren direkt untereinander kommunizieren. Die Entwicklungen bleiben also keineswegs stehen – und somit bleibt auch mein Bedarf als Autor, nebst eigener Weiterbildung, an Ihren Vorschlägen und Fragen immer noch aktuell.

Mein Dank gilt persönlich all denen, die mir bei verschiedenen Auflagen dieses Buchs immer wieder beim Korrekturlesen sowie mit neuen Ideen oder Anregungen zur Seite stehen, für diese Auflage namentlich meine Studierenden im Bereich Netzwerk mit ihren zahlreichen guten Rückfragen und Anmerkungen. Mein Dank geht aber auch an die vielen Leserinnen und Leser und Teilnehmenden an meinen verschiedenen Seminaren, die immer wieder neue Ideen einbringen.

Bedanken möchte ich mich einmal mehr sehr herzlich bei Katja Völpel und dem mitp-Verlag. Es freut mich immer aufs Neue, dass wir im Zeitalter des Internets zusammen ein Buch aktualisieren und bereits in der 9. Auflage herausbringen können. Ein Buch, das viele interessiert und das gelesen wird und mit dem wir in guter Zusammenarbeit gemeinsam Erfolg haben. Und da dies heute ein aktuelles Thema ist: Dieses Buch wurde auch in der neunten Auflage nicht mit KI-basierten Tools erstellt oder revidiert.

1.6 Eintrittstest zur Standortbestimmung

Bevor Sie sich an die eigentlichen Themen von CompTIA Network+ heranwagen, möchte ich Ihnen die Gelegenheit geben, die Erfüllung der Voraussetzungen für den Einstieg zu dieser Zertifizierung in einem Test an sich selbst zu überprüfen.

Sie finden daher im Folgenden 30 Fragen, die sich, basierend auf den von CompTIA definierten Voraussetzungen, vorwiegend mit Systemtechnik- und Netzwerkfragen auf dem Level von CompTIA A+ befassen und Ihnen die Einschätzung erlauben sollen, ob Sie das für die folgenden Themen benötigte Verständnis und Fachwissen mitbringen.

1. Welche Komponente kann verhindern, dass bestimmte Programme während des Bootens durch das Windows-Betriebssystem geladen werden?
   A. attrib
   B. snap ins
   C. msconfig
   D. bootini.bat
2. Ein Kunde kann zwar zu Hause über den Access Point auf das Internet zugreifen, hat aber Probleme, sich mit einem bestimmten Game-Server zu verbinden. Welche Einstellung wird der Techniker überprüfen?
   A. Die SSID auf dem Access Point und dem PC
   B. Die DHCP-Einstellungen auf dem PC
   C. Die Port-Weiterleitungsregeln
   D. Die MAC-Filtereinstellungen
3. Durch den Einbau von welchem Gerät kann man einen Rechner mit einem Server mit einem UTP-Kabel verbinden?
   A. NIC
   B. USB
   C. FireWire
   D. RJ-11
4. Welcher der folgenden Benutzer hat am meisten Autorität auf einem lokalen System, das mit Windows 10 Professional betrieben wird?
   A. BCM (Basis Custom Master)
   B. Power User
   C. Hauptbenutzer
   D. Administrator

5. Sie haben in Ihrem Rechner eine neue Netzwerkkarte eingebaut und erhalten danach die IP-Adresse 169.254.2.3 zugeordnet. Was ist geschehen?
   A. Es konnte keine dynamische IP-Adresse zugeordnet werden.
   B. Der PC hat die Adresse vom Internet bezogen.
   C. Es besteht keine Verbindung zum Switch.
   D. Es wurde ein falscher Treiber installiert.
6. Mit welcher Schnittstelle kann eine externe Festplatte üblicherweise an einem PC angeschlossen werden?
   A. USB-C
   B. IrDA
   C. 802.11u
   D. IEEE 1284
7. Über welche Spezifikation verfügt ein moderner Prozessor?
   A. Dual ATA
   B. HyperChannel
   C. Double Data Clock
   D. MultiCore
8. Welches Schnittstellenkonzept enthält in einem Notebook PnP-Funktionalität?
   A. IEE 1283
   B. USCSI
   C. P-ATA
   D. USB-C
9. Woran erkennt man während der POST-Phase ein Problem mit einer Grafikkarte?
   A. Die NUM Lock-Taste blinkt.
   B. Ein Piepston oder mehrere Piepstöne nacheinander
   C. Der PC wird heruntergefahren.
   D. Es erscheint eine Fehleranzeige im Display.
10. Wie nennt sich die Software auf dem Mainboard eines Routers?
    A. UEFI
    B. CMOS
    C. Firmware
    D. Treiber

11. Wo werden die Hardware-Einstellungen eines PC-Systems gespeichert?
    A. CMOS
    B. EPROM
    C. THERMO
    D. POST
12. Sie installieren bei einem Kunden zu Hause ein drahtloses Netzwerk. Der Kunde möchte gerne sein Netzwerk nach außen verbergen. Was werden Sie konfigurieren, um dem Kunden diesen Wunsch zu erfüllen?
    A. Sie schalten das Aussenden der SSID ab.
    B. Sie schalten das Aussenden der WEP-Verschlüsselung ab.
    C. Sie deaktivieren die Sendeberechtigung des Access Points.
    D. Sie deaktivieren die WPA-Verschlüsselung.
13. Mit welchem Befehl kann man über Router vom eigenen System bis zum Zielsystem die Verbindung prüfen?
    A. ping
    B. tracert
    C. route
    D. ipconfig
14. Wie nennt sich eine Datei, die andere Dateien infiziert und sich selbst replizieren kann?
    A. Virus
    B. Trojaner
    C. Wurm
    D. Hoax
15. Beim Neustart nach einem Update des Grafikkartentreibers ist der Bildschirm verzerrt, wenn Windows gestartet ist. Der Anwender schaltet den Computer aus und betätigt beim Neustart die Taste F8. Das Startmenü wird angezeigt. Welche Option sollte der Anwender auswählen, um das Problem zu lösen?
    A. Abgesicherter Modus
    B. Abgesicherter Modus mit Eingabeaufforderung
    C. Letzte als funktionierend bekannte Konfiguration
    D. Normaler Modus
16. Beim Verbinden des Notebooks mit dem Netzteil bemerkt der Techniker eine übermäßige Temperatur des Netzteils. Der Techniker sollte ...
    A. die korrekte Verbindung sicherstellen.
    B. das Netzteil vom Boden entfernen.
    C. das Netzteil mit einem Ventilator kühlen.
    D. das Netzteil ersetzen.

17. Was sollte ein Techniker tun, wenn er zum ersten Mal mit einem neuen Kunden spricht?
    A. Wenn das Problem nicht sofort gelöst werden kann, dieses eskalieren.
    B. Fachausdrücke verwenden, damit der Kunde merkt, über welche Fachkenntnisse der Techniker verfügt.
    C. Dem Kunden seinen Namen und den Namen der Firma nennen.
    D. Dem Kunden vor Ort Hilfe anbieten.
18. Welches Verfahren sollte ein Techniker im Gespräch mit einem unzufriedenen Kunden anwenden?
    A. Seinen Vorgesetzten bitten, das Gespräch zu führen, da dies nicht die Aufgabe des Technikers ist.
    B. Versuchen, alle Fehler zu verheimlichen, die aufgetreten sind.
    C. Den Kunden ignorieren, weil ein Techniker nicht mit aggressiven Kunden sprechen muss.
    D. Integrität und Ehrlichkeit bewahren.
19. Welche der Folgenden ist eine drahtlose Lösung für den Anschluss von Netzwerkgeräten?
    A. IEEE 1284ax
    B. IEEE 1394b
    C. IEEE 802.3n
    D. IEEE 802.11be
20. Sie stellen im Geräte-Manager Ihres Betriebssystems fest, dass ein angeschlossenes Gerät mit einem roten X über dem Icon des Geräts dargestellt wird. Was bedeutet das?
    A. Das Gerät steht in Konflikt zu einem anderen Gerät.
    B. Das Gerät benötigt einen aktualisierten Treiber.
    C. Das Gerät ist deaktiviert.
    D. Das Gerät wird vom System nicht erkannt.
21. Eine MAC-Adresse finden Sie ...
    A. in der Festplatte.
    B. in einer NIC.
    C. nur in einem Apple-Computer.
    D. im Prozessor.

22. Was gehört in jedem Fall in ein Werkzeugset? (zwei Antworten)
    A. Ein Akkuladegerät
    B. Ein Antistatikarmband
    C. Ein Kreuzschlitzschraubendreher
    D. Aceton
23. Wie hoch ist die theoretische maximale Geschwindigkeit bei Gigabit-Ethernet?
    A. 10 Mbps
    B. 100 Mbps
    C. 1.000 Mbps
    D. 10.000 Mbps
24. Welches Verzeichnis wird auf einem 64-Bit-Windows-System erstellt, um 32-Bit-Anwendungen zu speichern?
    A. *C:\Programme*
    B. *C:\Windows*
    C. *C:\Windows/system32*
    D. *C:\Programme(x86)*
25. In einer Umgebung mit unzuverlässiger Spannungsversorgung schützt man den Computer am besten durch ...
    A. einen geerdeten Power Strip.
    B. Aufstellen auf einer antistatischen Unterlage.
    C. eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).
    D. einen separaten Stromanschluss.
26. Eine Kundin ruft Sie zu Hilfe, weil sich die PCs ihrer Abteilung nicht mehr mit dem Internet verbinden können und auch die Rechner der anderen Abteilung für sie nicht mehr erreichbar sind. Ein `ipconfig`-Aufruf auf einem der betroffenen Abteilungs-PCs ergibt folgende Informationen:

    IP-Adresse: 169.254.2.4

    Subnetz: 255.255.0.0

    Standard-Gateway:

    Was ist die wahrscheinlichste Ursache des Problems?
    A. Die Subnetzmaske ist falsch konfiguriert.
    B. Der DHCP-Client ist nicht in der Lage, eine Adresse vom DHCP-Server zu beziehen.
    C. Der DNS-Client ist für diese Computer nicht konfiguriert.
    D. Das Standard-Gateway ist nicht definiert.

27. Worauf müssen Sie achten, wenn Sie mit Ihrem Notebook von Europa in die USA reisen?
    A. Das lokale Dateisystem
    B. Die Watt-Einstellungen
    C. Die regionalen Leistungseinstellungen
    D. Die Volt-Einstellungen
28. Eine Kundin berichtet, dass sie versucht hat, ein USB-Gerät einzustecken. Dabei hat sie versehentlich einen der Anschlussstecker beschädigt. Seither ist es ihr nicht mehr möglich, den Computer zu betreiben, weil er immer wieder abschaltet. Was ist wahrscheinlich der Grund dafür?
    A. Der beschädigte Anschluss hat Kontakt mit dem Metallkäfig des Gehäuses und verursacht einen Kurzschluss.
    B. Die Stromversorgung des PC sitzt nicht mehr richtig auf dem Board.
    C. Der USB-Anschluss verursacht einen Treiberfehler.
    D. Das Betriebssystem erkennt den USB-Anschluss nicht mehr.
29. Ein Benutzer erhält die Meldung *Zugriff verweigert*, wenn er eine neue Anwendung installieren möchte. Was werden Sie als Erstes überprüfen?
    A. Ob die Datei- und Druckerfreigabe aktiviert ist
    B. Ob der Benutzer Zugriffsrechte auf das Laufwerk hat
    C. Ob die Gruppe *Jeder* Zugriffsrechte auf das System hat
    D. Ob der Benutzer als lokaler Administrator am System angemeldet ist
30. Ein Kunde bereinigt sein System von Malware. Aufgrund der Verseuchung ist es ihm nicht möglich, per Internet Updates der Antivirensoftware zu erhalten. Welche nächsten Schritte sind angebracht? Wählen Sie zwei aus.
    A. Im abgesicherten Modus starten und die Festplatte formatieren
    B. Einen Pop-up-Blocker installieren und den Internet Explorer starten
    C. Im abgesicherten Modus mit Netzwerktreibern starten und versuchen, so die Updates zu erhalten
    D. Von CD starten und einen `chkdsk` ausführen
    E. Die Updates manuell einspielen, nachdem sie von einer anderen Maschine aus heruntergeladen worden sind.

Die Antworten zu den Fragen finden Sie in Abschnitt A.1 »Antworten zu den Fragen des Eintrittstests«. Bei einer Quote von 70 % korrekter Antworten oder mehr befinden Sie sich im Bereich des notwendigen Grundwissens für einen Beginn mit CompTIA Network+. Liegen Sie wesentlich darunter, empfehle ich Ihnen gegebenenfalls eine Vorbereitung mit dem Thema Systemtechnik und Support durch die Zertifizierung CompTIA A+.

Kapitel 2

Entwicklungen und Modelle

Die Entwicklung der Netzwerktechnologie reicht über einige Jahrzehnte, war anfänglich geprägt von einzelnen großen Systemen und deren Erfindern und wurde immer mehr zu einem industrialisierbaren und damit notwendigerweise zu standardisierenden Thema für die Unternehmen, die in Netzwerke investieren wollten.

Ende der 1970er Jahre wurde mit diesen Bemühungen begonnen. Im Jahr 1983 wurde ein erstes, *OSI* genanntes Modell vorgestellt. Der Begriff steht für ***O**pen **S**ystems **I**nterconnection*. Es wurde anfänglich von der ITU, der Telekommunikationsvereinigung, seit 1984 auch von der ISO veröffentlicht. Das jetzt genormte Schichtenmodell wird seither von der ISO weiterentwickelt und den aktuellen Stand können Sie in ISO/IEC 7498-1:1994 aus dem Jahr 1994 nachlesen.

Dieses theoretische Modell beschreibt allgemeingültig die Kommunikation in Form eines mehrschichtigen Systems mit fest definierten Aufgabenstellungen. Nach diesem Kapitel werden Sie die unterschiedlichen Schichten des OSI-Modells und deren Funktionen benennen können. Das Modell dient Ihnen als Grundlage für die darauf aufbauenden Erläuterungen in den folgenden Kapiteln.

Ebenso in den 1970er Jahren und damit Jahre vor dem OSI-Modell wurde durch das amerikanische Militär (und damit zu Beginn nicht öffentlich!) ebenfalls ein Modell mit Schichten entwickelt, dies im Zusammenhang mit dem Aufbau des ARPANet, der Grundlage des späteren Internets. Dieses – *DoD-Modell* genannt – enthält lediglich vier Schichten und die unterste Schicht wurde nicht durch das Modell, sondern durch Verweise auf bestehende Technologien beschrieben. Beide Modelle sind heute in Verwendung, das OSI-Modell als umfassenderer Ansatz, das DoD-Modell als näher an der Implementation liegendes Modell, das vor allem durch die Verbreitung des Internets nachhaltig an Bedeutung gewonnen hat.

Lernen Sie in diesem Kapitel:

- Die Geschichte der Netzwerke kennen
- Die Aufteilung von Netzen nach verschiedenen Ansätzen durchführen
- Die Bedeutung von Referenzmodellen verstehen
- Entstehung und Aufbau des OSI-Modells verstehen
- Die Schichten und ihre Funktionen auseinanderhalten
- Das DoD-Modell als alternativen Ansatz kennen
- Die Bedeutung der Schichten und der Vergleich zum OSI-Modell erkennen

2.1 Es war einmal ein Netzwerk

Die Geschichte der Netzwerke ist nicht ganz so alt wie die Geschichte der Computersysteme. Die 1960er Jahre waren geprägt von der Entdeckung der Kapazität von Großrechnern. Die prägenden Geräte und Nutzer dieser Zeit waren:

- Einzelne Systeme, sogenannte Großrechner
- Lochkartenleser für die Speicherung von Daten
- Programmierer, Operateure, Spezialisten (aber keine Benutzer!)

Ende der 60er Jahre trat mit der Inbetriebnahme der ersten Stufe des Internets (des sogenannten ARPANet) das Thema Vernetzung erstmals in geografisch größerem Ausmaß auf. Es ging dabei darum, bestehende und weit voneinander entfernte Systeme so miteinander zu verbinden, dass Daten hin- und herbewegt werden konnten.

Die 70er Jahre brachten die Entwicklung von Endbenutzergeräten, damals Terminals genannt, welche direkt abhängig von der Kapazität des zentralen Rechners waren und weder über eigene Betriebssysteme noch Anwendungen verfügten. Sie dienten lediglich der Eingabe und Weiterleitung von Daten direkt an den Zentralrechner. Der Begriff *Terminal* hat die Zeit aber überdauert und bezeichnet heute in ähnlicher Funktion eine Software, die mit einem Server Kontakt aufnimmt und die Daten direkt auf dem Server bearbeitet.

Mit der Firma Xerox machte sich ebenfalls in 70er Jahren auch erstmals ein Unternehmen Gedanken über eine mögliche Vernetzung gleichberechtigter Rechner. Die prägenden Stichwörter waren in dieser Zeit:

- Großrechnerlösungen, ergänzt mit Dialog (Terminal) für mehrere Benutzer
- Trennung von Großrechner und eigentlichem Arbeitsplatz
- Palette neuer Produkte in der Datenverarbeitung nahm stark zu

Die 80er Jahre brachten den Einstieg von PCs auf dem EDV-Markt. Im Unterschied zu den Terminals verfügten sie über einen eigenen Prozessor und eigene Speichermöglichkeiten. Damit wurden sie zumindest teilweise unabhängig von den Großrechnern.

Bald schon machten sich mehrere Hersteller auf, um diese PCs miteinander zu verbinden, allen voran die Firma Novell. Es ist aber auch das Jahrzehnt der Firma IBM, deren sogenannte PS/2-Rechner für Jahre den Markt völlig beherrschten.

Die PC-Betriebssysteme der damaligen Zeit waren an sich noch nicht für eine Vernetzung der Geräte geeignet. Prägende Systeme waren etwa DOS und gegen Ende der 80er Jahre die Versionen Windows 1 und Windows 2. Zudem trat Apple mit seinem macOS auf den Markt. Von daher mussten für Netzwerkprojekte spezielle Netzwerkbetriebssysteme eingekauft werden wie etwa Novell NetWare, LANtastic Networks oder auch Banyan Vines.

Die 90er Jahre waren demgegenüber das Jahrzehnt der aufkommenden Client/Server-Architektur. Nachdem Novell über einige Jahre eine marktbeherrschende Stellung im PC-basierten Netzwerkbereich innehatte, betrat mit Microsoft und dem Produkt Windows NT zu Beginn der 90er Jahre ein wichtiger Konkurrent den Markt. Mit der Einführung von Windows 95 und Windows NT 3.5x begann die Dominanz von Novell sich schrittweise aufzulösen, nachhaltig mit der Einführung des Serverbetriebssystems Windows 2000 und dessen Nachfolgern.

Zugleich waren die 90er Jahre geprägt vom Vorhaben, die aufkommenden Netzwerke und ihre Lösungen zu standardisieren.

Das neue Jahrtausend wird bislang von folgenden Bemühungen und Trends geprägt:

- Etablierung von schnellen Verbindungswegen mit 1 Gbps und mehr
- LAN, MAN und WAN verschmelzen technologisch und geografisch.
- Vernetzung unter globalen Gesichtspunkten
- Drahtlose Übertragungen im lokalen Netz (Wireless LAN) mit immer mehr Tempo und mehr Reichweite werden realisiert.
- Das Internet der Dinge schreitet stetig voran.
- Sicherheitsmechanismen greifen immer tiefer in das Netzwerk ein.
- Die Datenverarbeitung wird nicht mehr lokal, sondern in der Cloud durchgeführt, dadurch nimmt die Bedeutung der Virtualisierung stark zu.
- Das moderne Endgerät ist nicht mehr (nur) der PC, sondern Geräte wie das Tablet oder das Smartphone, die Datenbearbeitung wird mobil.

2.2 Was ist denn eigentlich ein Netzwerk?

Die aktuelle Definition dazu lautet:

> Ein Netzwerk ist eine Anzahl voneinander entfernter, intelligenter Maschinen, die alle über Kommunikationsleitungen miteinander verbunden an denselben Daten und Informationen teilhaben.
> *(Markus Kammermann, CompTIA Network+ 1. Auflage 2008)*

Die Welt der Netzwerke kann auf drei Hauptkomponenten reduziert werden:

- Netzwerkelemente: Was gehört ins Netzwerk?
- Netzwerkmodelle: Wie wird das Netzwerk gebaut?
- Netzwerkmanagement: Wie wird das Netzwerk verwaltet?

2.2.1 Netzwerkelemente

Sie werden in den folgenden Kapiteln sehen, dass es zahlreiche unterschiedliche Elemente gibt, die Sie für den Aufbau eines Netzwerks benötigen. Die Grundbegriffe der Netzwerktechnik lauten »Daten«, »Schnittstelle« und »Protokoll«.

Als *Daten* bezeichnet man in der Netzwerktechnik Informationen, die über das Netzwerk transportiert werden. Die Übermittlung dieser Informationen von einem zum anderen Ort ist ein Kernanliegen der Vernetzung. Daten werden über verschiedene Geräte und Medien transportiert. Damit dies möglich ist, müssen die Regeln für diese Vermittlung bestimmt werden, dies sind die *Schnittstellen*. Durch die Definition von Schnittstellen wird es möglich, über verschiedene Systeme und Netzwerke hinweg Informationen weiterzugeben.

Protokolle sind eigentlich Sprachkonventionen. So wie es Französisch, Deutsch oder Italienisch als Sprache gibt, so gibt es unterschiedliche »Netzwerksprachen«, wobei der Begriff des Protokolls sehr allgemein ist und in vielen unterschiedlichen Zusammenhängen verwendet werden kann. Daher ist es meistens notwendig, dem Begriff die Verwendungsebene oder eine genauere Definition mitzugeben, wie etwa *Transportprotokoll* oder *Anwendungsprotokoll*.

Häufig werden Netzwerke von einem oder mehreren Rechnern aus verwaltet, die zentrale Dienste für das Netzwerk anbieten. Diese speziellen Rechner tragen den Namen *Server*. Die Gegenstellen eines Servers nehmen die Dienste des Servers als Kunden in Anspruch, sie werden daher neudeutsch *Clients* genannt.

Folgende Aufgaben können von einem Server wahrgenommen werden:

- Ressourcen wie Drucker oder Speicher bereitstellen
- Benutzerkonten verwalten (Benutzer erstellen, Rechte und Rollen zuteilen)
- Berechtigungen für Daten und Programme verwalten
- Dienste wie E-Mail oder Telefonie bereitstellen
- Anwendungen ausführen, auf die mittels Clients zugegriffen werden kann

Beim Client/Server-Ansatz ist die Aufgabe der übergeordneten Datenverarbeitung zwischen einem oder mehreren Client-Rechnern und dem Server aufgeteilt. Clients übermitteln Anforderungen an Dienste der Server im Netz. Der Server empfängt die Anforderung und führt eine Aufgabe aus wie etwa das Bereitstellen einer Datei für den Client. Führt ein Server nur einen bestimmten Dienst aus und ist für diesen reserviert, spricht man von einem *dedizierten Server*.

Auf der anderen Seite gibt es auch Netzwerke, die ohne solche zentralen Server funktionieren, denken Sie nur an die Verbindung von mehreren kleinen Geräten wie mobilen Telefonen über Bluetooth. Diese Netzwerke werden ein Netz von Gleichberechtigten, auch *Peer-to-Peer-Netzwerk*, genannt.

Zudem gibt es durchgehend strukturierte Vernetzungen vom kleinsten Rechner bis hin zu Großrechnern, sogenannten *Mainframes*, wo verschiedenste Elemente zusammenwirken.

Dieser letzte Ansatz, der eigentlich aus den 1970er Jahren stammt, gewinnt mit der Verbreitung des sogenannten *Cloud Computing* wieder an Bedeutung. Denn auch hier werden nicht mehr einzelne Dienste für Clients bereitgestellt, sondern die ganze Verarbeitung kann auf dem zentralen Server erfolgen und die Clients greifen über eine internetbasierte Schnittstelle wie einen Browser oder ein Terminalprogramm auf diesen Server zu und arbeiten dann nicht mehr lokal, sondern eben in der Cloud.

Alle diese Ansätze sind in der aktuellen Netzwerktechnik vorhanden und bei allen braucht es eine ganze Reihe von Standards und Spezifikationen, damit die Kommunikation in einem solchen Netzwerk funktioniert.

2.2.2 Netzwerkmodelle

Um diese Vielfalt an Möglichkeiten klassifizieren zu können, bedient man sich unterschiedlicher Netzwerkmodelle. Das sind zum einen die sogenannten Schichtenmodelle wie das OSI-Modell oder das DoD-Modell, diesen wenden wir uns im nächsten Kapitel zu. Zum anderen ist ein Modell sehr verbreitet, das sich historisch an der Ausdehnung des Netzwerks orientiert. Die klassischen Begriffe dazu lauten:

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

Dazu sind in den letzten Jahren die Begriffe GAN für globale Netzwerke und PAN (Personal Area Network) bzw. BAN (Body Area Network) für engräumige Netzwerke entstanden. Vereinzelt ist auch der Begriff CAN für Campus Area Network anzutreffen, womit »übergroße« LANs zum Beispiel auf einem Universitätsgelände zu verstehen sind. Der letzte Begriff tritt aber eher selten auf.

Ein PAN bzw. BAN bezeichnet ein Netzwerk im Bereich von wenigen Zentimetern bis einigen Metern, z.B. für das kontaktlose Bezahlen oder die Verbindung eines Headsets mit dem Computer oder Telefon. Auch die »Wearables«, also am Körper tragbare elektronische Geräte wie Smart Watches oder elektronische Armbänder, welche die Bewegung oder den Puls aufzeichnen, gehören in diese Kategorie.

Ein LAN bezieht sich auf eine Kombination von Computer-Hardware und Übertragungsmedien von relativ geringem Umfang. LANs befinden sich üblicherweise innerhalb eines Gebäudes und benutzen meist nur eine Art der Verkabelung. Sie sind selten größer als 10 km und laufen ausschließlich über privaten Grund. LANs bilden heute das Rückgrat der Informatik in vielen Unternehmen, sie verbinden

die verschiedenen Mitarbeiter untereinander und versorgen mit lokalen Daten, bieten aber auch eine Schnittstelle zu MAN oder WAN an, z.B. dem Internet.

Ein MAN ist größer als ein LAN. Es wird »Metropolitan« genannt, weil es normalerweise die Ausdehnung einer Stadt erreicht. Oft werden verschiedene Typen von Hardware und Übertragungsmedien benutzt, um die Entfernungen effizient zu überbrücken. MANs verbinden typischerweise unterschiedliche Systeme mit verschiedenen Funktionen. Sie dienen daher eher als Transportnetzwerke, sind also nicht unbedingt direkt mit Clients verbunden, sondern stehen als Rückgrat zur Verbindung von verschiedenen lokalen Netzwerken zur Verfügung.

Ein WAN ist das klassische Verbindungsnetzwerk über größere Distanzen für LANs oder MANs. Auch hier handelt es sich um ein Transport- und Verbindungsnetzwerk. Von einer WAN-Anbindung spricht man, wenn das eigene LAN über eine größere Distanz Verbindung zu einem anderen LAN aufnehmen möchte oder wenn Sie Ihr lokales Netzwerk ans Internet anbinden wollen. Ein WAN wird nicht privat betrieben, sondern von einem Provider, bei dem man sich für dessen Benutzung anmelden und dann eine Leitung oder Kapazitäten mieten kann. Technologisch betrachtet, sind MAN und WAN heute weitgehend identisch, nicht aber in ihrer Ausdehnung. Und während WANs in der Regel von größeren Telekom-Providern betrieben werden, gibt es für ein MAN durchaus auch regionale Anbieter.

Der Begriff des GAN ist der am wenigsten spezifizierte in dieser Liste. Er bezeichnet weniger ein Netz als die Technologien, die dann eingesetzt werden, wenn eine Verbindung über sehr große Distanzen oder in Gebieten ohne WAN-Anschlüsse realisiert werden soll.

Die folgende Tabelle zeigt Ihnen den aktuellen Stand der Begriffe und Modelle.

	Geschwindigkeit	Ausdehnung	Bemerkungen
GAN	9,6 Kbps bis > 2 Mbps	Weltweit	Häufig Satellitenverbindung. Sehr heterogene Technologien im Einsatz, erst wenig Glasfaser.
WAN	2 Mbps bis 100'000 Mbps	... 1'000 km	Zunehmend reine Glasfasernetze, vor allem in Europa. Für Kontinentalverbindungen immer noch Kupferkabel, z.B. Seekabel. Neuere Seekabel bestehen ebenfalls aus Glasfaser.
MAN	100 bis 100'000 Mbps	... 100 km	Technisch heute keine eigene Domäne mehr, da WAN und MAN zusammengerückt sind.
LAN	100 bis 100'000 Mbps	< 10 km	Heute 1 Gbps als aktueller Standard, Multi-Gigabit ist zunehmend weitverbreitet, 10 Gbps im Zunehmen, 40/100 Gbps ebenso.
PAN/ BAN	1 bis 300 Mbps	< 100 m	Klassische Wireless-Zone für Bluetooth, Mobile Devices, Wearables und Smart Devices untereinander oder als Verbindung zu größeren Geräten (z.B. Headset zu Smartphone).

Tabelle 2.1: Netzwerkmodelle

Stichwortverzeichnis

T

X

Z