

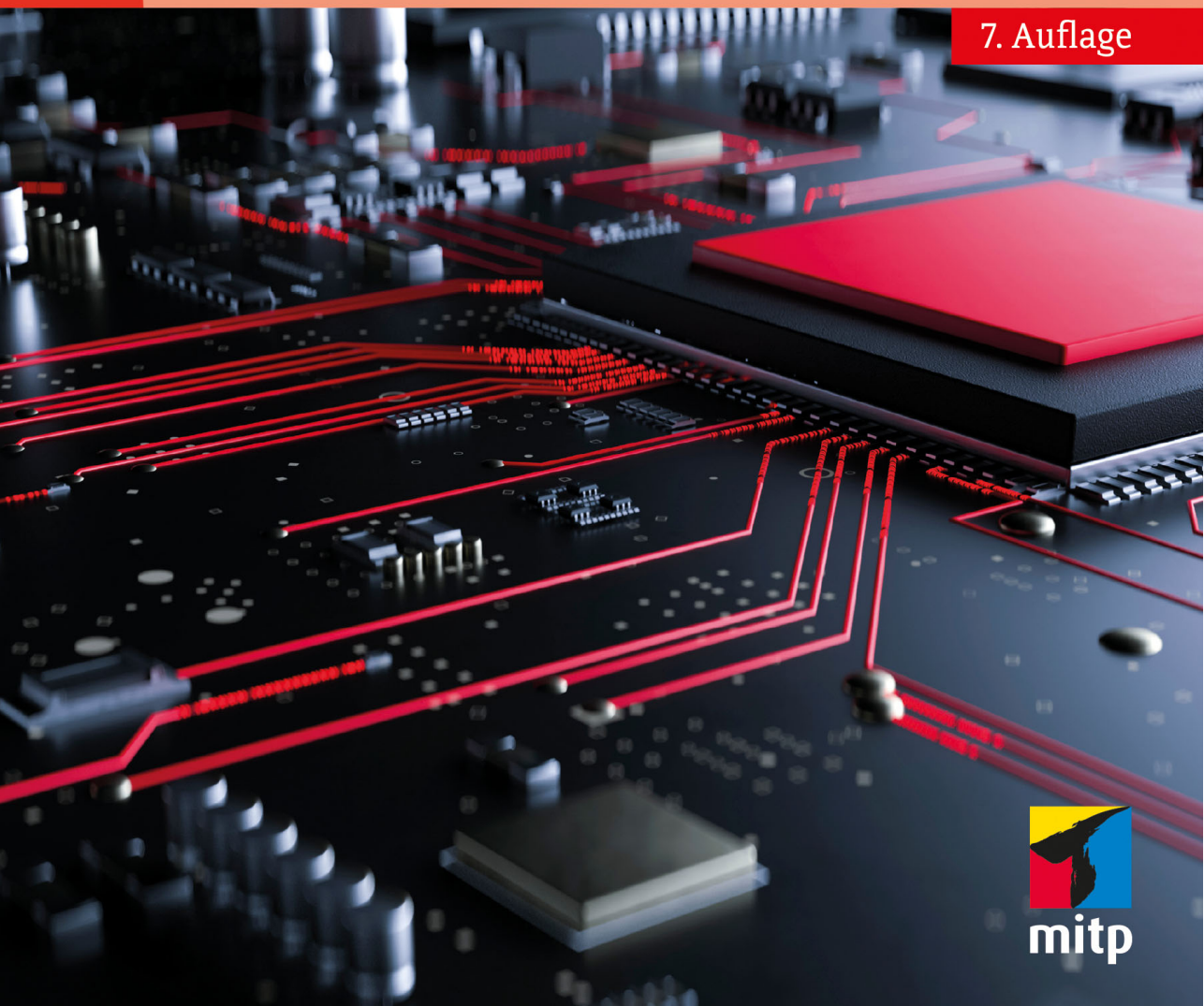
Markus Kammermann

CompTIA® A+

Das umfassende Praxis-Handbuch für
IT-Administration, Systemtechnik und Support

Vorbereitung auf die Prüfungen 220-1201 und 220-1202

7. Auflage



Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)

Liebe Leserinnen und Leser,

dieses E-Book, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Mit dem Kauf räumen wir Ihnen das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Jede Verwertung außerhalb dieser Grenzen ist ohne unsere Zustimmung unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen sowie Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Je nachdem wo Sie Ihr E-Book gekauft haben, kann dieser Shop das E-Book vor Missbrauch durch ein digitales Rechtemanagement schützen. Häufig erfolgt dies in Form eines nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichens, das dann individuell pro Nutzer signiert ist. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.

Beim Kauf des E-Books in unserem Verlagsshop ist Ihr E-Book DRM-frei.

Viele Grüße und viel Spaß beim Lesen

Ihr mitp-Verlagsteam



Markus Kammermann

CompTIA A+

Das umfassende Praxis-Handbuch für
IT-Administration, Systemtechnik und Support

Vorbereitung auf die Prüfungen
220-1201 und 220-1202

CompTIA®

 certins®
certified technical trainings and courseware



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de/opac.htm> abrufbar.

Bei der Herstellung des Werkes haben wir uns zukunftsbewusst für umweltverträgliche und wiederverwertbare Materialien entschieden.

ISBN 978-3-7475-1083-4

7. Auflage 2026

<http://www.mitp.de>

E-Mail: mitp-verlag@lila-logistik.com

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2026 mitp Verlags GmbH & Co. KG, Augustinusstr. 9a, 50226 Frechen

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.



Das Bildmaterial in diesem Unterrichtsmittel verwenden wir unter Einhaltung der Copyrights und mit freundlicher Unterstützung folgender Unternehmen:

- AMD Corporation
- Canon Schweiz AG, CH-Dietlikon
- Daetwyler Cables Schweiz AG, CH-Altendorf
- Fujitsu, jetzt Fsas-Technologie, CH-Zürich
- WithSecure Corporation
- Giger Papier Schweiz AG, CH-Mägendorf
- Hewlett-Packard Schweiz AG, CH-Zürich
- Intel Corporation
- Kingston Technology Schweiz, CH-Dänikon
- NETGEAR Switzerland GmbH, CH-Zürich
- Ricoh Deutschland GmbH, D-Hannover
- Samsung Electronics Austria GmbH, CH-Zürich
- Verbatim GmbH, D-Eschborn
- Zyxel Corporation

Lektorat: Katja Völpel

Sprachkorrektur: Petra Heubach-Erdmann

Covergestaltung: Christian Kalkert

Bildnachweis: Coverbild: © Studio-FI / stock.adobe.com

Satz: III-satz, Kiel, www.drei-satz.de

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------------------------------|--|-----------|
| Einleitung: CompTIA A-Plus | | 23 |
| <hr/> | | |
| 1 | Sprechen Sie Computer? | 25 |
| 1.1 | Wer ist CompTIA? | 27 |
| 1.2 | Die CompTIA A+-Zertifizierung | 27 |
| 1.3 | Voraussetzungen für CompTIA A+ | 29 |
| 1.4 | Zum Aufbau dieses Buchs | 30 |
| 1.5 | Persönliches zur 7. Auflage | 31 |
| 2 | Vorbereitung auf CompTIA A+ | 33 |
| 2.1 | Fragen zu einem Computersystem | 35 |
| 2.1.1 | Die Front eines PC-Systems | 35 |
| 2.1.2 | Rückseitige Anschlüsse | 36 |
| 2.1.3 | Blick auf das Mainboard | 36 |
| Teil I Alles Blech oder was | | 39 |
| <hr/> | | |
| 3 | Vom Bit bis zum Personal Computer | 41 |
| 3.1 | Die Welt der Elektronik | 42 |
| 3.1.1 | Darstellung von Zahlen | 43 |
| 3.1.2 | Darstellung von Texten | 43 |
| 3.1.3 | Darstellung von Bildern | 43 |
| 3.1.4 | Darstellung von Tönen | 44 |
| 3.2 | Ganz klein und ganz groß | 45 |
| 3.3 | Der Personal Computer | 47 |
| 3.4 | Vom Laptop bis zum Smartphone | 49 |
| 3.5 | Smart sind die Geräte | 52 |
| 3.5.1 | Unterhaltung | 52 |
| 3.5.2 | Wearable Computer | 52 |
| 3.6 | Fragen zu diesem Kapitel | 53 |
| 4 | Einblick in die Systemarchitektur | 57 |
| 4.1 | Die Systemzentrale: Der Prozessor | 58 |
| 4.1.1 | CPU und Architektur | 64 |
| 4.1.2 | Die Sache mit den Kernen | 66 |
| 4.1.3 | Seenlandschaften und Zen | 67 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.1.4 | Socket für Prozessoren | 68 |
| 4.1.5 | Die technische Funktion der CPU | 70 |
| 4.1.6 | Der Cache | 71 |
| 4.2 | Mainboard-Komponenten | 72 |
| 4.2.1 | Das Chipset | 72 |
| 4.2.2 | Der DMA-Controller | 73 |
| 4.2.3 | Der Interrupt-Controller | 74 |
| 4.2.4 | Der Taktgeber | 75 |
| 4.2.5 | Mainboard-Formfaktoren | 75 |
| 4.3 | Der Arbeitsspeicher | 76 |
| 4.3.1 | Aufbau von RAM-Bausteinen | 77 |
| 4.3.2 | Aktuelle RAM-Typen hören auf den Namen DDR | 77 |
| 4.3.3 | Single Channel, Dual Channel und Quad-Channel | 80 |
| 4.3.4 | Speicher für Notebooks | 80 |
| 4.3.5 | Ein Wort zum Thema Fehlerkorrektur | 81 |
| 4.3.6 | Was folgt nach DDR5? | 82 |
| 4.4 | BIOS und EFI leben im ROM | 82 |
| 4.4.1 | Das BIOS | 83 |
| 4.4.2 | UEFI folgt auf BIOS | 84 |
| 4.5 | Der Prozessor wartet auf den Bus | 86 |
| 4.5.1 | Ein Blick in die Vorgeschichte: Die PCI-Architektur | 87 |
| 4.6 | PCI-Express | 89 |
| 4.6.1 | PCI-Express-Grafik-Interface | 92 |
| 4.6.2 | Entwicklungen in der Architektur | 93 |
| 4.6.3 | Mini-PCI-Express | 95 |
| 4.7 | Dasselbe, nur ganz anders: SoC | 96 |
| 4.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 97 |
| 5 | Anschluss gesucht und gefunden | 99 |
| 5.1 | SATA und eSATA | 100 |
| 5.1.1 | eSATA | 102 |
| 5.2 | SAS | 102 |
| 5.3 | NVMe | 104 |
| 5.4 | Alles USB oder wie? | 106 |
| 5.4.1 | Die Funktionsweise von USB | 107 |
| 5.4.2 | Details zu den USB-3.x/4.x-Standards | 109 |
| 5.4.3 | Und jetzt zu USB 4.0 | 110 |
| 5.5 | Thunderbolt | 111 |
| 5.6 | Die Vorfahren: Parallele und serielle Schnittstelle | 112 |
| 5.6.1 | Aufbau der parallelen Schnittstelle | 112 |
| 5.6.2 | Aufbau der seriellen Schnittstelle | 113 |
| 5.6.3 | Serieller Spezialfall: FireWire | 114 |
| 5.7 | Die Geschwindigkeiten im Vergleich | 115 |
| 5.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 116 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 6 | Interne und externe Geräte | 119 |
| 6.1 | Mechanische Festplatten | 119 |
| | 6.1.1 Aufbau mechanischer Festplatten | 120 |
| | 6.1.2 Datenorganisation | 120 |
| | 6.1.3 Einrichten einer Festplatte | 121 |
| | 6.1.4 Bautypen von Festplatten | 121 |
| | 6.1.5 Sicherheit bei Festplatten dank RAID | 122 |
| 6.2 | Solid State Drives | 123 |
| | 6.2.1 NAND-Typen | 125 |
| | 6.2.2 Anschlussmöglichkeiten | 127 |
| 6.3 | Wechselmedien | 128 |
| | 6.3.1 Wechseldisks und Wechselplatten | 128 |
| | 6.3.2 Flash-Speichermedien | 129 |
| | 6.3.3 USB-Datenträger | 131 |
| 6.4 | Auf- und Niedergang der silbernen Scheiben | 132 |
| | 6.4.1 Aller Anfang ist die CD | 132 |
| | 6.4.2 DVD | 134 |
| | 6.4.3 Die Blu-ray | 137 |
| 6.5 | Bandlaufwerke | 139 |
| | 6.5.1 Bandaufzeichnungsverfahren | 139 |
| | 6.5.2 Generelles zur Bandsicherung | 140 |
| 6.6 | Netzwerkspeicher heißen NAS | 141 |
| 6.7 | Fragen zu diesem Kapitel | 142 |
| | | |
| 7 | Ein- und Ausgabegeräte | 145 |
| 7.1 | Tastatur, Maus und verwandte Geräte | 145 |
| | 7.1.1 Die Tastatur | 145 |
| | 7.1.2 Mäuse, Trackpads und andere Eingabegeräte | 146 |
| | 7.1.3 Barcode-Leser | 148 |
| | 7.1.4 Berührungsempfindliche Bildschirme | 148 |
| | 7.1.5 Grafiktablett und Digitalisierer | 150 |
| | 7.1.6 Für die Spieler: Das Gamepad | 150 |
| | 7.1.7 Die virtuelle Welt lässt grüßen | 150 |
| 7.2 | Biometrische Eingabegeräte | 151 |
| 7.3 | Der KVM-Switch | 152 |
| 7.4 | Der Scanner | 153 |
| 7.5 | Monitore | 154 |
| | 7.5.1 Verfahren zur Bilddarstellung beim LCD | 155 |
| | 7.5.2 Die OLED-Technologie | 156 |
| | 7.5.3 Native Auflösungen | 157 |
| | 7.5.4 Curved Displays | 159 |
| | 7.5.5 Anschlüsse für (LCD-)Displays | 160 |
| | 7.5.6 Projektoren | 163 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.6 | Grafikkarten | 164 |
| 7.7 | Audio- und Videokarten | 165 |
| 7.8 | Web- und Digitalkameras | 166 |
| 7.9 | Fragen zu diesem Kapitel | 168 |
| 8 | Drucker | 171 |
| 8.1 | Nadeldrucker | 171 |
| 8.2 | Thermodrucker | 172 |
| 8.3 | Laserdrucker | 174 |
| 8.4 | Tintenstrahldrucker | 175 |
| | 8.4.1 Piezo | 175 |
| | 8.4.2 Bubble-Jet | 175 |
| 8.5 | Alleskönner hören auf den Namen MFP | 177 |
| 8.6 | Plotter/Large Format Printer (LFP) | 179 |
| 8.7 | Warum nur flach drucken? | 180 |
| 8.8 | Braucht virtuelles Drucken noch Papier? | 182 |
| 8.9 | So schließen Sie Drucker an | 184 |
| | 8.9.1 Anschlussmöglichkeiten | 184 |
| | 8.9.2 Druckersprachen | 184 |
| 8.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 186 |

Teil II Löse das Problem **189**

| | | |
|----------|--|------------|
| 9 | Grundlegende Betriebskonzepte | 191 |
| 9.1 | Informations- und Dokumentmanagement | 191 |
| | 9.1.1 Technische Dokumentationen | 192 |
| | 9.1.2 Asset-Management | 193 |
| | 9.1.3 Dokumente für den Support-Einsatz | 195 |
| | 9.1.4 Support- und Ticketsysteme | 196 |
| | 9.1.5 Kleine Geschwister heißen KB oder Wiki | 197 |
| 9.2 | Betriebskonzepte und Support-Prozesse | 198 |
| | 9.2.1 Ein geordneter Support-Prozess | 198 |
| | 9.2.2 Change Management | 199 |
| | 9.2.3 Incident Response | 200 |
| | 9.2.4 Ein erstes Wort zum Datenschutz | 201 |
| 9.3 | Lizenzformen für Software | 202 |
| 9.4 | Vollzug von Garantiebestimmungen | 205 |
| | 9.4.1 On-Site-Garantie | 206 |
| | 9.4.2 Bring-In-/Send-In-Garantie | 206 |
| | 9.4.3 Teilegarantie | 207 |
| | 9.4.4 Dead On Arrival | 207 |
| | 9.4.5 Ersatz oder Reparatur | 208 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.5 | Computer und Umwelt | 208 |
| 9.5.1 | Auswege aus der Schrottproblematik | 209 |
| 9.5.2 | Verbrauchsmaterial | 211 |
| 9.5.3 | Green IT | 211 |
| 9.6 | Fragen zu diesem Kapitel | 215 |
| 10 | Ein Computersystem aufrüsten | 217 |
| 10.1 | Bevor Sie schrauben | 217 |
| 10.1.1 | ESD | 218 |
| 10.1.2 | Heben und Tragen | 220 |
| 10.1.3 | Umfang mit gefährlichem Material – die MSDS | 220 |
| 10.1.4 | Umgang mit Kabeln | 221 |
| 10.1.5 | Umgang mit heißen Komponenten | 221 |
| 10.1.6 | Unterhalt und Reinigung | 222 |
| 10.2 | Das richtige System | 223 |
| 10.2.1 | Der Standard-PC | 223 |
| 10.2.2 | Die Workstation-Familie | 223 |
| 10.2.3 | Systeme für den privaten Einsatz | 225 |
| 10.2.4 | Thin Clients und mobiles Arbeiten | 225 |
| 10.2.5 | Ein kleiner Vergleich | 226 |
| 10.3 | Arbeiten am Mainboard | 226 |
| 10.3.1 | Anschlüsse richtig identifizieren | 227 |
| 10.3.2 | Konfigurationseinstellungen im BIOS | 228 |
| 10.3.3 | Was ist der Virtualisierungssupport? | 228 |
| 10.3.4 | Das BIOS aktualisieren | 229 |
| 10.3.5 | Monitoring-Funktionen | 231 |
| 10.3.6 | Die CMOS-Batterie | 232 |
| 10.4 | Die CPU ersetzen | 232 |
| 10.4.1 | Kühlsysteme | 234 |
| 10.4.2 | Wärmeleitpaste | 234 |
| 10.4.3 | Lüfter | 235 |
| 10.4.4 | Kühlkörper | 236 |
| 10.4.5 | Wasserkühlung | 237 |
| 10.5 | Speicheraufrüstung | 237 |
| 10.6 | Netzteile für PC-Systeme | 238 |
| 10.7 | Festspeicher | 241 |
| 10.8 | RAID – Mehr Leistung, mehr Sicherheit | 242 |
| 10.8.1 | RAID-Level | 243 |
| 10.8.2 | Festplattenausfall | 246 |
| 10.8.3 | Übersicht RAID-Levels | 246 |
| 10.9 | Erweiterungskarten | 247 |
| 10.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 249 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 11 | Mobile Systeme erweitern | 253 |
| 11.1 | Stromversorgung für mobile Systeme | 253 |
| 11.2 | Arbeiten an einem Notebook | 254 |
| 11.3 | Was kann ich erweitern? | 255 |
| 11.4 | Steckkarten und Adapter | 259 |
| 11.5 | Zubehör | 260 |
| 11.6 | Privatsphäre und Sicherheit | 261 |
| 11.7 | Fragen zu diesem Kapitel | 262 |
| | | |
| 12 | Unterhalt von Druckern | 265 |
| 12.1 | Das Handling von Verbrauchsmaterial | 265 |
| 12.1.1 | Schon fast Geschichte – gesucht: Farbband | 265 |
| 12.1.2 | Material für Tintenstrahldrucker | 266 |
| 12.1.3 | Laserdrucker brauchen mehr als Toner | 267 |
| 12.1.4 | Thermodrucker haben unterschiedliche Wünsche | 269 |
| 12.1.5 | Spezialfall 3D-Drucker | 269 |
| 12.2 | Wenn das Druckergebnis nicht passt | 270 |
| 12.3 | Probleme beim Nadeldrucker | 272 |
| 12.4 | Druckprobleme mit Tintenstrahldruckern | 273 |
| 12.5 | Fehler beim Laserdrucker | 274 |
| 12.6 | Fragen | 275 |
| | | |
| 13 | Mobile Systeme unterhalten und reparieren | 279 |
| 13.1 | Vorbereitung für die Arbeit | 279 |
| 13.2 | Das können Sie ersetzen | 281 |
| 13.2.1 | Der Arbeitsspeicher | 281 |
| 13.2.2 | Ersatz und Nutzung von Akkus | 282 |
| 13.2.3 | Laufwerke und externe Anschlüsse | 283 |
| 13.2.4 | Tastatur und Touchpad | 284 |
| 13.3 | Und der Bildschirm? | 285 |
| 13.4 | Netzwerkanschlüsse | 287 |
| 13.4.1 | WLAN und WWAN auf dem Gerät | 287 |
| 13.4.2 | Identifikation mit mobilen Geräten | 288 |
| 13.5 | Netzwerkeinstellungen auf dem Smartphone oder Tablet | 288 |
| 13.5.1 | Mail- und Synchronisationseinstellungen auf mobilen Geräten | 291 |
| 13.5.2 | Lokationsdienste | 295 |
| 13.6 | Gehäuse- und Wärmeproblematik | 296 |
| 13.7 | Problembehandlung bei mobilen Geräten | 296 |
| 13.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 299 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 14 | Aus die Maus – was nun? | 301 |
| 14.1 | Probleme beim Rechnerstart | 302 |
| 14.1.1 | Der POST im Detail | 302 |
| 14.1.2 | Der Rechner startet gar nicht | 303 |
| 14.1.3 | Der Rechner startet und schaltet wieder aus | 304 |
| 14.1.4 | Der Rechner friert ein | 304 |
| 14.1.5 | Finden von defekten Hardware-Komponenten | 305 |
| 14.2 | Mainboard-Komponenten | 305 |
| 14.2.1 | BIOS-Fehlermeldungen | 305 |
| 14.2.2 | Monitoring und Fehlersuche mit UEFI | 306 |
| 14.2.3 | Der Arbeitsspeicher | 307 |
| 14.2.4 | Der Prozessor | 307 |
| 14.3 | Bilddarstellungsprobleme | 308 |
| 14.3.1 | Störungen am Display | 308 |
| 14.3.2 | Probleme mit der Grafikkarte | 309 |
| 14.3.3 | Projektoren haben eigene Probleme | 310 |
| 14.4 | Laufwerke | 310 |
| 14.4.1 | Festplatten | 310 |
| 14.4.2 | RAID-Probleme | 313 |
| 14.4.3 | Wechselmedien | 315 |
| 14.5 | Externe Schnittstellen | 316 |
| 14.5.1 | Seriell/Parallel | 316 |
| 14.5.2 | USB | 316 |
| 14.6 | Tastatur und Maus | 316 |
| 14.7 | Die Stromversorgung | 317 |
| 14.8 | Periodisch auftretende Fehler | 318 |
| 14.9 | Lisa erzählt ... Sie antworten | 318 |
| 14.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 321 |
| 15 | Häh? – Kommunikation im Support | 325 |
| 15.1 | Aufgaben des IT-Supports | 325 |
| 15.2 | Die Support-Stufen | 326 |
| 15.2.1 | Übung: Konrad und der Virus | 329 |
| 15.3 | Support hat immer Kunden – reden Sie mit ihnen | 330 |
| 15.3.1 | Kommunikation mit dem Kunden | 330 |
| 15.3.2 | Die Pyramide der Kundenzufriedenheit | 331 |
| 15.3.3 | Reden ist alles? | 333 |
| 15.4 | Das Gespräch am Telefon | 334 |
| 15.5 | Richtiger Einsatz der Fragetechnik | 335 |
| 15.5.1 | Geschlossene Fragen | 336 |
| 15.5.2 | Informationsfragen | 336 |
| 15.5.3 | Alternative Fragen | 337 |
| 15.5.4 | Suggestive Fragen | 337 |
| 15.5.5 | Offene Fragen | 337 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 15.6 | Reden Sie Klartext | 338 |
| 15.6.1 | Spezialfall: Der wütende Kunde | 339 |
| 15.6.2 | Übung zum Selbstverständnis. | 340 |
| 15.7 | Fragen zu diesem Kapitel | 341 |

Teil III Wolke sucht Stecker 345

| | | |
|-----------|--|------------|
| 16 | Einführung in die Welt der Netzwerke | 347 |
| 16.1 | Die Entwicklung der Vernetzung | 347 |
| 16.2 | Was ist ein Netzwerk? | 348 |
| 16.2.1 | Netzwerkelemente | 348 |
| 16.2.2 | Netzwerkmodelle | 349 |
| 16.2.3 | Netzwerkmanagement. | 353 |
| 16.3 | Am Anfang steht das Signal | 353 |
| 16.3.1 | Seriell – Parallel | 353 |
| 16.3.2 | Einfach oder hin und zurück? | 353 |
| 16.4 | Die Verkabelung eines Netzwerks | 354 |
| 16.4.1 | Twisted-Pair-Kabel (UTP und STP). | 355 |
| 16.4.2 | Kommunikationsstandards für TP-Kabel. | 361 |
| 16.4.3 | Koaxialkabel. | 362 |
| 16.4.4 | Lichtwellenleiter | 363 |
| 16.4.5 | Auch das geht: Daten via Stromnetz. | 366 |
| 16.5 | Drahtlose Netzwerke über WLAN | 367 |
| 16.5.1 | Die Standards IEEE 802.11a/b/g. | 367 |
| 16.5.2 | Die nächsten Schritte: IEEE 802.11n und 802.11ac | 368 |
| 16.5.3 | IEEE 802.11ax alias Wi-Fi 6 | 371 |
| 16.5.4 | Die Gegenwart hört auf den Begriff IEEE 802.11be. | 373 |
| 16.5.5 | Und alles wird anders. | 374 |
| 16.6 | Kommunikation auf kurze Distanz | 375 |
| 16.6.1 | Infrarot | 375 |
| 16.6.2 | Was ist Bluetooth? | 375 |
| 16.6.3 | RF (RFID) | 377 |
| 16.6.4 | NFC | 378 |
| 16.6.5 | ZigBee und Z-Wave | 378 |
| 16.7 | Netzwerkgeräte | 379 |
| 16.7.1 | Netzwerkkarten. | 379 |
| 16.7.2 | Repeater und Hubs. | 381 |
| 16.7.3 | Bridge | 382 |
| 16.7.4 | Switching Hubs und Switches. | 383 |
| 16.7.5 | Power over Ethernet. | 384 |
| 16.7.6 | Modems. | 385 |
| 16.7.7 | Router | 386 |
| 16.7.8 | Und jetzt kommt die virtuelle Hardware | 386 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 16.8 | WAN-Technologien | 388 |
| 16.8.1 | ISDN und B-ISDN | 388 |
| 16.8.2 | DSL-Verfahren | 389 |
| 16.8.3 | CATV | 391 |
| 16.8.4 | Fiber to the Home | 392 |
| 16.8.5 | Satellitenverbindungen | 393 |
| 16.8.6 | Mobilfunk | 394 |
| 16.9 | Voice over IP | 396 |
| 16.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 398 |
| 17 | Netzwerkprotokolle und -dienste | 401 |
| 17.1 | Die TCP/IP-Protokollsammlung | 402 |
| 17.1.1 | Vergleich OSI-Modell mit dem DOD4-Modell. | 402 |
| 17.1.2 | IP (Internet Protocol) | 403 |
| 17.1.3 | IPv6 | 403 |
| 17.1.4 | TCP (Transmission Control Protocol) | 403 |
| 17.1.5 | UDP (User Datagram Protocol). | 404 |
| 17.1.6 | QUIC | 405 |
| 17.2 | IP-Adressierung. | 405 |
| 17.2.1 | Netzwerk- und Host-ID | 406 |
| 17.2.2 | Was ändert IPv6? | 410 |
| 17.2.3 | Konzepte und spezielle Adressen unter IPv6. | 411 |
| 17.3 | Dienste zur Adressvergabe | 413 |
| 17.3.1 | DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) | 413 |
| 17.3.2 | DNS (Domain Name System) | 416 |
| 17.4 | Web- und mailbezogene Dienstprotokolle. | 420 |
| 17.4.1 | FTP (File Transfer Protocol) | 420 |
| 17.4.2 | HTTP (Hypertext Transfer Protocol) | 421 |
| 17.4.3 | SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) | 422 |
| 17.4.4 | POP3 und IMAP. | 422 |
| 17.5 | Weitere Dienstprotokolle des TCP/IP-Stacks | 422 |
| 17.5.1 | LDAP | 422 |
| 17.5.2 | NTP | 423 |
| 17.5.3 | NNTP. | 424 |
| 17.5.4 | SMB/CIFS. | 424 |
| 17.5.5 | SNMP (Simple Network Management Protocol). | 425 |
| 17.5.6 | Telnet. | 425 |
| 17.6 | Rollen und Dienste im Netzwerk. | 425 |
| 17.7 | Fragen zu diesem Kapitel | 428 |
| 18 | Von Wolken und künstlicher Intelligenz. | 431 |
| 18.1 | Wenn das Netzwerk in der Wolke lebt. | 431 |
| 18.1.1 | Host-Betriebssystem | 432 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 18.1.2 | Gastbetriebssystem | 433 |
| 18.1.3 | Servicemodelle für Cloud Computing | 433 |
| 18.1.4 | Betriebsmodelle | 435 |
| 18.2 | Angebote aus der Cloud | 436 |
| 18.3 | Virtualisierung auf Clientseite | 437 |
| 18.4 | Grundlagen zu KI-Konzepten | 438 |
| 18.4.1 | Die Sache mit dem »Künstlich« | 439 |
| 18.4.2 | Methoden und Technologien | 440 |
| 18.4.3 | Die weite Welt der KI-Anwendung | 444 |
| 18.5 | Umgang mit KI-Anwendungen | 446 |
| 18.5.1 | Die Integrationstiefe von KI-Anwendungen | 446 |
| 18.5.2 | Verhaltensfragen zu KI | 447 |
| 18.5.3 | Die Grenzen von KI | 450 |
| 18.5.4 | Fragen zur Datensicherheit | 452 |
| 18.6 | Fragen zu diesem Kapitel | 454 |
| 19 | Netzwerke einrichten | 457 |
| 19.1 | Die Netzwerkverbindung einrichten | 457 |
| 19.1.1 | Installation von TCP/IP | 458 |
| 19.1.2 | Verwenden einer statischen IP-Adresse | 458 |
| 19.1.3 | Automatische Vergabe von Adressen | 459 |
| 19.1.4 | Universal Plug and Play | 459 |
| 19.1.5 | IoT-Geräte | 460 |
| 19.1.6 | NAT und DNAT | 460 |
| 19.2 | Der Aufbau eines verdrahteten Netzwerks | 462 |
| 19.3 | Drahtlose Netzwerke einrichten | 465 |
| 19.3.1 | Die Verbindungsarten eines WLAN | 465 |
| 19.3.2 | Das WLAN aufbauen | 468 |
| 19.3.3 | Was ist WPS? | 469 |
| 19.4 | Internet- und Mailverbindungen einrichten | 470 |
| 19.4.1 | Netzwerkeinstellungen im Router | 470 |
| 19.4.2 | Firewall-Einstellungen | 472 |
| 19.4.3 | Web- und Maileinstellungen | 474 |
| 19.5 | Der Einsatz von virtuellen Netzwerken | 476 |
| 19.5.1 | Das native VLAN | 478 |
| 19.5.2 | Das Management-VLAN | 478 |
| 19.6 | Fragen zu diesem Kapitel | 479 |
| 20 | Netzwerkunterhalt und Fehlersuche | 481 |
| 20.1 | Der Ansatz zur Fehlersuche | 481 |
| 20.2 | Wenn das Kabel nicht richtig sitzt | 483 |
| 20.3 | Test einer TCP/IP-Verbindung | 483 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 20.3.1 | ipconfig | 483 |
| 20.3.2 | Überprüfen der Verbindung mithilfe von ping und pathping | 484 |
| 20.3.3 | tracert/traceroute | 486 |
| 20.3.4 | netstat | 486 |
| 20.3.5 | Das net-Kommando | 487 |
| 20.4 | Troubleshooting bei der Namensauflösung | 488 |
| 20.4.1 | nbtstat | 488 |
| 20.4.2 | nslookup | 489 |
| 20.5 | Hinweise zur Verlegung von Kabeln | 491 |
| 20.6 | Werkzeuge zur Kabelverlegung und zum Test | 492 |
| 20.7 | Probleme beim Aufbau drahtloser Netzwerke | 495 |
| 20.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 496 |

Teil IV Pinguine öffnen die Fenster 499

| | | |
|-----------|---|------------|
| 21 | Was betreibt ein Betriebssystem? | 501 |
| 21.1 | Aufgaben eines Betriebssystems | 501 |
| 21.2 | Prozesse und Prozessverwaltung | 503 |
| 21.3 | Das Dateisystem | 505 |
| 21.3.1 | MBR, GPT, PBR und Bootmanager | 505 |
| 21.3.2 | Lineare und hierarchische Dateisysteme | 506 |
| 21.3.3 | Unterschiedliche Dateisysteme | 507 |
| 21.3.4 | Laufwerktypen | 511 |
| 21.3.5 | Laufwerkstatus | 511 |
| 21.4 | Virtuelle Systeme | 513 |
| 21.5 | Einführung in die Fensterwelt | 514 |
| 21.5.1 | Windows 7 und 8 | 514 |
| 21.5.2 | Windows 10 | 516 |
| 21.5.3 | Windows 11 | 518 |
| 21.6 | Ein Ausflug in die Kommandozeile | 520 |
| 21.6.1 | Arbeiten mit Verzeichnissen | 521 |
| 21.6.2 | Dateien erkennen | 521 |
| 21.6.3 | Allgemeine Syntax | 522 |
| 21.6.4 | Muss ich das noch wissen? | 523 |
| 21.7 | Skripts erstellen | 526 |
| 21.8 | Pinguine auf Berghängen | 528 |
| 21.8.1 | Klassische PC-Betriebssysteme | 528 |
| 21.8.2 | Google ChromeOS | 530 |
| 21.8.3 | Betriebssysteme für Tablets und Smartphones | 531 |
| 21.9 | Fragen zu diesem Kapitel | 535 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 22 | Die Installation von Windows | 537 |
| 22.1 | Grundlegende Aspekte | 538 |
| 22.1.1 | Upgrade-Optionen | 538 |
| 22.1.2 | Checkliste zur Installation | 539 |
| 22.1.3 | Installation von Netzwerkkomponenten | 539 |
| 22.2 | Windows 10 | 540 |
| 22.2.1 | Versionen | 540 |
| 22.2.2 | 32-Bit- oder 64-Bit-Version | 541 |
| 22.2.3 | Installationsvorbereitung | 542 |
| 22.2.4 | Installationsmöglichkeiten | 543 |
| 22.3 | Windows 11 | 545 |
| 22.3.1 | Versionen | 545 |
| 22.3.2 | 32-Bit- oder 64-Bit-Version | 547 |
| 22.3.3 | Installationsvorbereitung | 547 |
| 22.3.4 | Installationsmöglichkeiten | 548 |
| 22.4 | Arbeitsgruppen und Domänen | 548 |
| 22.4.1 | Die Arbeitsgruppe | 548 |
| 22.4.2 | Die Domäne | 549 |
| 22.4.3 | Das Microsoft-Konto | 550 |
| 22.5 | Fragen zu diesem Kapitel | 550 |
| | | |
| 23 | Die Konfiguration von Windows 10 | 553 |
| 23.1 | Desktop und Taskleiste | 553 |
| 23.1.1 | Die Taskleiste | 554 |
| 23.1.2 | Das Startmenü | 554 |
| 23.2 | Die Einstellungen | 555 |
| 23.3 | Action-Center | 562 |
| 23.4 | Microsoft Edge | 562 |
| 23.5 | Konfiguration der Hardware-Einstellungen | 563 |
| 23.5.1 | Der Geräte-Manager | 564 |
| 23.5.2 | Treibersignierung | 567 |
| 23.5.3 | Peripheriegeräte einbinden und entfernen | 567 |
| 23.5.4 | Konfiguration der Energieoptionen | 568 |
| 23.6 | Der Explorer | 568 |
| 23.7 | Lokales Konto oder Microsoft-Konto | 569 |
| 23.8 | Dienste und Registrierung | 570 |
| 23.9 | Der Windows-Kompatibilitätsmodus | 572 |
| 23.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 573 |
| | | |
| 24 | Die Konfiguration von Windows 11 | 577 |
| 24.1 | Desktop und Taskleiste | 577 |
| 24.1.1 | Die Taskleiste | 579 |
| 24.1.2 | Das Startmenü | 579 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 24.2 | Die Einstellungen | 579 |
| 24.3 | Action-Center | 587 |
| 24.4 | Microsoft Edge | 588 |
| 24.5 | Konfiguration der Hardware-Einstellungen | 588 |
| | 24.5.1 Der Geräte-Manager | 589 |
| | 24.5.2 Treibersignierung | 590 |
| | 24.5.3 Peripheriegeräte einbinden und entfernen | 591 |
| | 24.5.4 Konfiguration der Energieoptionen | 591 |
| 24.6 | Der Explorer | 592 |
| 24.7 | Dienste und Registrierung | 594 |
| 24.8 | Microsoft OneDrive | 595 |
| 24.9 | Wenn der Copilot an Bord möchte | 596 |
| 24.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 598 |
| 25 | Unterhalt und Wartung für Windows | 601 |
| 25.1 | Einrichten von Benutzern | 601 |
| | 25.1.1 Benutzerkonten einrichten | 602 |
| | 25.1.2 Benutzerverwaltung über die Verwaltung | 603 |
| 25.2 | Freigabe von Ordnern | 603 |
| 25.3 | Drucken im Netzwerk | 607 |
| 25.4 | Die Windows-Systeminformation | 611 |
| | 25.4.1 Welche Version von Windows ist installiert? | 612 |
| | 25.4.2 Beschreibung der Systeminformation | 612 |
| | 25.4.3 Systemkonfigurationsprogramm | 613 |
| | 25.4.4 DxDiag | 615 |
| 25.5 | Wartungsaufgaben | 616 |
| | 25.5.1 Defragmentierung | 616 |
| | 25.5.2 Die Datenträgerverwaltung | 617 |
| | 25.5.3 Arbeiten mit Diskpart | 618 |
| | 25.5.4 Programme und temporäre Daten löschen | 618 |
| | 25.5.5 Automatische Updates | 619 |
| | 25.5.6 Automatisierung von Wartungsaufgaben | 621 |
| | 25.5.7 Das System automatisiert herunterfahren | 622 |
| | 25.5.8 Fernzugriff via Remote Desktop | 623 |
| 25.6 | Die Ereignisanzeige | 624 |
| | 25.6.1 Ereignisdetails | 625 |
| | 25.6.2 Ereignisprotokolle | 625 |
| 25.7 | Systemüberwachung und Systemleistung | 626 |
| 25.8 | Startschwierigkeiten und Abhilfe | 628 |
| | 25.8.1 Erweiterter Start | 628 |
| | 25.8.2 Der Bootloader startet nicht | 630 |
| | 25.8.3 Das GUI lädt nicht | 631 |
| | 25.8.4 Die automatische Systemwiederherstellung | 631 |
| | 25.8.5 Herstellerabhängige Wiederherstellung | 633 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 25.9 | Probleme im laufenden Betrieb | 633 |
| 25.9.1 | Langsames Laden oder langsamer Betrieb | 633 |
| 25.9.2 | Treiberprobleme | 634 |
| 25.9.3 | Kompatibilitätsprobleme | 634 |
| 25.9.4 | Registrierungsprobleme. | 634 |
| 25.9.5 | DISM | 635 |
| 25.9.6 | Der berühmte Blue Screen. | 636 |
| 25.10 | Fragen zu diesem Kapitel | 637 |
| 26 | Installation und Konfiguration von macOS | 641 |
| 26.1 | Installationsvorbereitung | 641 |
| 26.1.1 | Hardware-Kompatibilität | 641 |
| 26.1.2 | Upgrade-Optionen | 641 |
| 26.1.3 | Dateisystem | 642 |
| 26.2 | Installationsmöglichkeiten | 642 |
| 26.3 | Die Konfiguration von macOS 15.x Sequoia | 643 |
| 26.3.1 | Schreibtisch und Dock | 644 |
| 26.3.2 | Finder | 645 |
| 26.4 | Systemeinstellungen | 646 |
| 26.4.1 | Elemente in den Systemeinstellungen | 647 |
| 26.4.2 | Mitteilungszentrale. | 649 |
| 26.4.3 | Das Launchpad | 649 |
| 26.4.4 | Direkte Zugriffsmöglichkeiten im Kontrollcenter | 650 |
| 26.5 | Arbeiten mit Fenstern | 651 |
| 26.6 | Windows auf dem Mac | 653 |
| 26.7 | Unterhalt und Verwaltung | 653 |
| 26.7.1 | Sicherungen | 653 |
| 26.7.2 | Antimalware | 654 |
| 26.7.3 | Updates und Patches | 655 |
| 26.7.4 | Terminal – Die Kommandozeile auf dem Mac | 656 |
| 26.7.5 | Passwörter statt Schlüsselbundverwaltung. | 656 |
| 26.7.6 | iCloud | 657 |
| 26.7.7 | Arbeiten mit Freigaben | 658 |
| 26.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 658 |
| 27 | Installation und Konfiguration von Linux | 661 |
| 27.1 | Linux oder Linux – Das ist hier die Frage | 662 |
| 27.2 | Installationsvorbereitung | 664 |
| 27.2.1 | Hardware-Kompatibilität | 664 |
| 27.2.2 | Upgrade-Optionen | 665 |
| 27.2.3 | Dateisysteme | 665 |
| 27.3 | Installationsmöglichkeiten | 666 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 27.4 | Die Konfiguration von Ubuntu | 669 |
| 27.4.1 | Schreibtisch und Menü | 669 |
| 27.4.2 | Dateiverwaltung | 670 |
| 27.5 | Einstellungen | 671 |
| 27.5.1 | Besondere Elemente in den Einstellungen | 671 |
| 27.6 | Unterhalt und Verwaltung | 673 |
| 27.6.1 | Sicherungen | 673 |
| 27.6.2 | Updates und Patches | 674 |
| 27.6.3 | Braucht es einen Malwareschutz? | 674 |
| 27.6.4 | Terminal – Die Kommandozeile unter Linux | 675 |
| 27.7 | Linux-Zeilenbefehle | 675 |
| 27.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 677 |

Teil V Die Welt ist böse 679

| | | |
|-----------|--|------------|
| 28 | Die Welt ist böse | 681 |
| 28.1 | Ausflug in die Unterwelt | 681 |
| 28.1.1 | Malware ist böse | 681 |
| 28.1.2 | Arbeitsweise einer Malware | 686 |
| 28.1.3 | Virenarten | 687 |
| 28.1.4 | Ransomware | 691 |
| 28.1.5 | Fileless Malware | 692 |
| 28.2 | Social Engineering | 692 |
| 28.2.1 | Das Ziel von Social Engineering | 692 |
| 28.2.2 | Weitere Angriffsformen basierend auf Social Engineering | 695 |
| 28.2.3 | Fazit | 696 |
| 28.3 | Spoofing | 696 |
| 28.3.1 | Denial-of-Service(DoS)-Angriffe | 697 |
| 28.3.2 | On-path-Attacken | 698 |
| 28.3.3 | Replay-Angriff | 699 |
| 28.3.4 | Brute Force | 700 |
| 28.3.5 | SQL-Injection | 701 |
| 28.3.6 | Cross Site Scripting | 702 |
| 28.4 | KI kann auch böse | 702 |
| 28.5 | Schwachstelleninformationen | 704 |
| 28.6 | Fragen zu diesem Kapitel | 705 |
| 29 | Sicherheitsmaßnahmen ergreifen | 709 |
| 29.1 | Es war einmal ein Benutzer | 709 |
| 29.2 | Verschlüsselungstechnologie | 713 |
| 29.2.1 | Symmetrisch oder asymmetrisch | 713 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 29.2.2 | Digitale Zertifikate | 714 |
| 29.2.3 | SSL und TLS | 716 |
| 29.3 | Physische Sicherheit | 716 |
| 29.3.1 | Zuerst einmal abschließen. | 717 |
| 29.3.2 | Bau- und Gebäudeschutz | 718 |
| 29.3.3 | Schutz einzelner Systeme und Datenträger | 719 |
| 29.4 | Organisatorische Sicherheit | 719 |
| 29.4.1 | Prinzip der minimalen Rechte | 719 |
| 29.4.2 | Zugriffskontrolle. | 719 |
| 29.4.3 | SSO oder Zero Trust. | 720 |
| 29.4.4 | Netzwerkrichtlinien | 722 |
| 29.5 | Nutzung von Fernzugriffstechnologien. | 724 |
| 29.5.1 | VPN | 724 |
| 29.5.2 | SSH | 725 |
| 29.5.3 | Remote Monitoring und Management. | 725 |
| 29.5.4 | Sicherheitsüberlegen zum Fernzugriff. | 725 |
| 29.6 | Mobile Device Management | 726 |
| 29.7 | Fragen zu diesem Kapitel | 728 |
| 30 | So schützen Sie Ihre Systeme. | 731 |
| 30.1 | Systemsicherheit und Systemhärtung | 731 |
| 30.1.1 | Das BIOS-Passwort. | 732 |
| 30.1.2 | Intrusion Detection | 732 |
| 30.1.3 | Trusted Platform Module. | 733 |
| 30.1.4 | Wann reden Sie von Systemhärtung. | 734 |
| 30.2 | Sicherheit im Umgang mit Freigaben | 735 |
| 30.3 | Der Einsatz von Verschlüsselungstechnologie | 738 |
| 30.3.1 | Lokaler Einsatz | 738 |
| 30.3.2 | Mailprogramme | 738 |
| 30.4 | Schutz gegen Schädlinge. | 740 |
| 30.4.1 | Browser richtig konfigurieren | 740 |
| 30.4.2 | Malwarebekämpfung | 741 |
| 30.4.3 | Suchen und Entfernen von Malware. | 742 |
| 30.5 | Die Verteidigung des Netzwerks | 745 |
| 30.5.1 | Das Passwort lautet auch auf dem Router nicht 1234 | 745 |
| 30.5.2 | Firewalls | 745 |
| 30.5.3 | Der Proxyserver. | 747 |
| 30.5.4 | Data Loss Prevention | 748 |
| 30.6 | Sicherheit in drahtlosen Netzwerken | 749 |
| 30.6.1 | Die SSID konzipieren. | 749 |
| 30.6.2 | Die Verschlüsselung. | 750 |
| 30.7 | Sicherheit bei mobilen Geräten | 753 |
| 30.8 | Fragen zu diesem Kapitel | 755 |

| | | |
|--|---|---------|
| 31 | Datenschutz und Datensicherheit | 759 |
| 31.1 | Datensicherung | 759 |
| 31.1.1 | Das Datensicherungskonzept | 760 |
| 31.1.2 | Methoden der Datensicherung | 761 |
| 31.1.3 | Sichern und Wiederherstellen | 763 |
| 31.2 | Sichere Datenlöschung | 765 |
| 31.3 | Datenschutz und Datensicherheit | 766 |
| 31.4 | Ausblick auf umfassende Sicherheitskonzepte | 768 |
| 31.5 | Zwischen Recht und Unrecht | 769 |
| 31.5.1 | Umgang mit illegalen Inhalten | 769 |
| 31.5.2 | Klären von Urheberrechtsfragen | 770 |
| 31.6 | Fragen zu diesem Kapitel | 770 |
| Teil VI Jetzt sind Sie dran | | 773 |
| <hr/> | | |
| 32 | Die CompTIA A+-Prüfungen | 775 |
| 32.1 | Was von Ihnen verlangt wird | 776 |
| 32.2 | Wie Sie sich vorbereiten können | 776 |
| 32.3 | Wie eine Prüfung aussieht | 777 |
| 32.4 | Beispielfragen zu CompTIA A+ | 783 |
| 32.4.1 | Beispielfragen zu Examen 220-1201 | 783 |
| 32.4.2 | Beispielfragen zu Examen 220-1202 | 800 |
| Anhänge | | 819 |
| A.1 | Antworten zu den Grafiken in Kapitel 2 | 819 |
| A.2 | Antworten zu den Problemen von Kapitel 14 | 820 |
| A.3 | Antworten zu den Kapitelfragen | 822 |
| A.4 | Antworten zu den Beispielfragen | 827 |
| A.5 | Zumindest aus Nostalgie: Die ASCII-Tabelle | 829 |
| A.6 | Glossar und Abkürzungen | 830 |
| Stichwortverzeichnis | | 849 |

Einleitung: CompTIA A-Plus

Lernziele

Jeder der folgenden insgesamt sechs Buchteile wird durch die dazugehörigen Lernziele eingeleitet. So wissen Sie, welche Fortschritte Sie in diesem Teil erreichen können, um die einzelnen Themengebiete (Objectives) erfolgreich beantworten zu können.

Auch die Einleitung verfolgt konkrete Lernziele, damit Sie sich für die fünf Fachteile und den Prüfungsteil gut vorbereiten können. Die Lernziele für die Einleitung erreichen Sie, wenn Sie die nächsten beiden Kapitel durcharbeiten. Nach Durcharbeiten und Erfolgskontrolle mit den Fragen am Ende der Kapitel erreichen Sie folgende Lernziele:

- Sie wissen, wer die Organisation CompTIA ist.
- Sie kennen die Einordnung von CompTIA A-Plus als Zertifizierung.
- Sie kennen die Themengebiete von CompTIA A-Plus 220-1201 und 220-1202.
- Sie schätzen sich mit Ihren bisherigen Kenntnissen richtig ein und wissen, ob Sie für das Erlernen von CompTIA A-Plus 220-1201 und 220-1202 die notwendigen Voraussetzungen mitbringen.

In diesem Teil:

- **Kapitel 1**
Sprechen Sie Computer? 25

- **Kapitel 2**
Vorbereitung auf CompTIA A+ 33

Sprechen Sie Computer?

Seit mehr als dreißig Jahren lese ich fast täglich eine Werbung über Computersysteme wie die folgenden beiden:

Zu einem unschlagbaren Tiefpreis: unser leistungsstarker

Ab sofort lieferbar

OSBORNE 06 AT

Der hundertprozentige IBM-kompatible AT von Osborne kostet nur noch Fr. 9997.-

- 80286 CPU
- 1 MB RAM
- 1,2 MB Diskettenlaufwerk (liest und schreibt auch 360 K)
- 20 MB Festplatte
- DOS 3.1
- hochauflösender, schwenkbarer 14" Bildschirm
- Monochrom Grafik 720 × 348 Punkte
- bedienerfreundliche Tastatur in deutsch
- Optionen für Farbe, Speicherausbau, Netzwerk usw.

Eine weitere Osborne PC-Spitzenleistung:

OSBORNE 05 PC

- IBM-kompatibel
- 640 K RAM
- Grundausrüstung mit 2 Floppies (vorbereitet für intern 4 Laufwerk-Plätze)
- Grafikkarte 720 × 348 Punkte
- Tastatur in deutsch
- eine serielle RS 232 C- und zwei parallele Schnittstellen

Hitpreis Fr. 4497.-

Abb. 1.1: Ein leistungsfähiger Bürocomputer aus dem Jahre 1985



Abb. 1.2: So sieht Business Computing im Jahre 2025 aus. (© HP Inc)

Zwischen diesen beiden Werbungen liegen jetzt deutlich mehr als dreißig Jahre. Dreißig Jahre, während denen ich über fünfzehn verschiedene Computersysteme unter oder auf meinem Schreibtisch stehen hatte und habe, vom Tower bis zum Tablet.

Vom Prozessor bis zum Betriebssystem haben sich viele Aspekte verändert – und sie werden sich weiter ändern. Und zu jeder neuen Entwicklung gibt es neue Begriffe, neue Technologien und neue Abkürzungen, wie sie in der Werbung gerne eingesetzt werden – aber sprechen Sie Computer? Als Fremd- oder als Muttersprache?

Der Weg von der Abkürzung (ein Wort nennen) bis zum Verständnis (erklären oder selber bauen können) der dahinterliegenden Zusammenhänge ist lang – dieses Buch möchte Sie auf diesem Weg begleiten, mit Erklärungen, mit Zusammenhängen und mit Bezug zur Praxis. Wir klären die Grundlagen, wir betrachten die Entwicklungen – und am Schluss finden Sie die Thematik hoffentlich ebenso spannend, wie ich sie seit mehr als dreißig Jahren finde und mich immer aufs Neue damit auseinandersetze.

Doch dieses Buch erklärt nicht nur, es führt Sie auch zu einer Zertifizierung hin, die Ihnen am Ende bescheinigt, dass Sie verstanden haben, was Sie hier lernen. Diese Zertifizierung stammt von CompTIA, dem internationalen Branchenverband der Informatik. Auf der Webseite von CompTIA heißt es dazu sinngemäß: »Die CompTIA A+-Zertifizierung bestätigt der zertifizierten Person aktuelle Kenntnisse und Fähigkeiten für den PC-Support. Mit der Zertifizierung CompTIA A+ können Absolventen nachweisen, dass sie Aufgaben wie Installation, Konfiguration oder die Fehlerdiagnose von PC-Systemen sowie die Grundlagen der Netzwerkadministration zuverlässig beherrschen. Das Examen beinhaltet darüber hinaus auch Komponenten wie Sicherheit, Kommunikation und den professionellen Umgang mit Kunden.« Mit der neuen Prüfung der 1200er-Serie lautet der Slogan von CompTIA für A+-Techniker: »CompTIA A+ means proven problem solvers for today's digital world« – in etwa: für erprobte Problemlöser in der heutigen digitalen Welt.

Das Ziel dieses Buchs über die Zertifizierung CompTIA A+ besteht somit darin, Sie nicht einfach mit Komponenten und Funktionen von Systemen, Peripheriegeräten sowie aktuellen Betriebssystemen und Anwendungen vertraut zu machen. Sie erfahren darüber hinaus viel über praktische Fragen, von der Installation bis zur Betreuung, ganz im Sinne des »Problem Solver«-Ansatzes. Darüber hinaus werden weitere wichtige Themen bis hin zu den Grundlagen der Netzwerkadministration sowie Fragen der Sicherheit und Umweltverträglichkeit in der Informatik angesprochen.

1.1 Wer ist CompTIA?

CompTIA ist ein weltweiter Verband der Informationstechnologieindustrie. Der Verband wurde 1982 in den USA gegründet und zählt heute mehr als 20.000 Unternehmen und professionelle Branchenangehörige als Mitglieder. CompTIA hat Mitglieder in mehr als 100 Ländern und liefert Technologiestandards in den Bereichen internetfähige Dienstleistungen, E-Commerce, herstellerunabhängige Zertifizierung, Kundenzufriedenheit, Public Policy sowie Ausbildung. Die Arbeit von CompTIA beruht auf einem kooperierenden Mitgliedsmodell, das heißt, Hersteller, Dienstleister und Beschäftigte der IT-Industrie arbeiten bei der Formulierung und Umsetzung konkreter Ziele zusammen.

Insbesondere im Bereich der IT-Zertifizierung hat sich CompTIA weltweit einen anerkannten Ruf erworben und ist heute der größte herstellerunabhängige Anbieter von Zertifizierungen im Bereich der Informationstechnologie. Da der Wildwuchs zahlreicher Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen ein großes Problem der IT-Branche ist, bietet CompTIA insbesondere im Rahmen der technischen Grundausbildung hochwertige Zertifikate an, die Privatpersonen wie Unternehmen die Orientierung auf dem unübersichtlichen Fortbildungsmarkt erleichtern sollen.

Das erklärte Ziel von CompTIA ist die Etablierung von technischen und fachlichen, aber auch ethischen und professionellen Qualitätsstandards in der IT-Industrie. Indem Unternehmen wie Dell, Hewlett-Packard, IBM, Intel, Microsoft und Ricoh die Entwicklung der Zertifikate von CompTIA finanziell und mit ihrem Know-how unterstützen, gewinnen sie gleichzeitig Anhaltspunkte über die Fachkompetenz und ein sicheres Anforderungsprofil für die Auswahl von Mitarbeitern.

Weltweit verfügen heute mehrere Millionen Menschen über CompTIA-Zertifikate in PC-Anwendung, Netzwerk- und Servertechnologie, IT-Sicherheit und Cloud Computing, davon über eine Million das A+-Zertifikat.

1.2 Die CompTIA A+-Zertifizierung

Das CompTIA A+-Zertifikat beruht auf einem Prüfungsverfahren, das fortgeschrittenen Anfängern mit Ausbildung und eigener Felderfahrung einen Nachweis ihrer Kompetenz im Bereich PC-Support liefert.

Die Zertifizierung richtet sich an Personen, die in einem technischen Unternehmensumfeld mit intensivem Kundenkontakt arbeiten oder zukünftig arbeiten wollen. Entsprechende Berufsbezeichnungen sind unter anderem: Betriebstechniker, IT-Administratorinnen, Kundendiensttechniker oder PC-Technikerinnen.

Das CompTIA A+-Programm stützt sich auf Anforderungen von Herstellern, Distributoren und Partnern in der Industrie sowie relevante Publikationen. Das A+-

Zertifikat bestätigt der geprüften Person, dass sie über das notwendige Wissen und die Fertigkeiten verfügt, um sich als Einsteiger mit zwölf Monaten Berufserfahrung im PC-Support zu qualifizieren. Die Zertifizierung deckt dabei ein weites Feld von Hardware- und Software-Technologien ab, die ganz bewusst an keinen bestimmten Hersteller gebunden sind.

CompTIA A+ ist zudem ISO-17024-akkreditiert und unterliegt daher regelmäßigen Audits und Überarbeitungen der Prüfungsziele.

Das Examen CompTIA A+ 220-1201 deckt die Grundlagen der Computertechnologie ab, die Installation und Konfiguration von IT-Systemen und dazugehöriger Hardware und die Grundlagen von Netzwerken.

Das Examen CompTIA A+ 220-1202 prüft die notwendigen Fähigkeiten, um PC-basierte Betriebssysteme zu installieren und konfigurieren, ebenso wie die Konfiguration grundlegender Funktionen (z.B. Netzwerkverbindung und Mail) für mobile Systeme, die mit Android oder Apple iOS betrieben werden. Weitere Schwerpunkte dieses Examens sind die IT-Sicherheit und Best Practices im Bereich operatives Vorgehen.

Die Wissensgebiete für die beiden Examen sehen daher wie folgt aus:

| Für das Examen 220-1201 zu A+ Core 1 V15 | | |
|---|--|------|
| 1.0 | Mobile Geräte | 13 % |
| 2.0 | Netzwerke | 23 % |
| 3.0 | Hardware | 25 % |
| 4.0 | Virtualisierung und Cloud Computing | 11 % |
| 5.0 | Fehlerbehebung bei Hardware und Netzwerken | 28 % |

| Für das Examen 220-1202 zu A+ Core 2 V15 | | |
|---|--------------------------|------|
| 1.0 | Betriebssysteme | 28 % |
| 2.0 | Sicherheit | 28 % |
| 3.0 | Software-Fehlerbehebung | 23 % |
| 4.0 | Operative Arbeitsabläufe | 21 % |

Die Prozentzahlen, die jedem Wissensgebiet zugeordnet sind, zeigen Ihnen die Gewichtung des jeweiligen Themas für die Examen an und damit die Anzahl der Fragen, die im Verhältnis bei der Prüfung in etwa zu erwarten sind.

Die konkreten Lernziele finden Sie zu Beginn jeden Kapitels mit Bezug auf das entsprechende Examen und das entsprechende Thema aufgeführt. Also z.B. bei Kapitel 6 steht so zu Beginn:

Für das Examen 220-1201 zu A+ Core 1 V15

3.3 Vergleichen und unterscheiden Sie verschiedene RAM-Eigenschaften.

3.5 Installieren und konfigurieren Sie in einem gegebenen Szenario Motherboards, Prozessoren (CPUs) und Add-On-Karten

Hinweis: Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Buchs waren die Lernziele nur in englischer Sprache verfügbar. Die vorliegende Übersetzung stammt somit vom Autor. Bei Erscheinen der deutschen Prüfung werden auch die Lernziele in deutscher Sprache vorliegen. Es kann daher sein, dass es geringfügige sprachliche Differenzen geben wird. In Anbetracht der Vorteile, dass Sie dafür zu Prüfungsbeginn auch gleich ein deutschsprachiges Buch in den Händen halten, haben sich Verlag und Autor für diesen Weg entschieden.

Entsprechend behandeln wir in diesem Buch ausführlich die oben genannten Themenbereiche und vermitteln Ihnen mit diesem Buch das für die Zertifizierung notwendige Wissen. Im Zentrum steht dabei weniger die Auflistung aller möglichen und unmöglichen Abkürzungen aus diesem Bereich, sondern die Schaffung des Verständnisses für die Thematik der PC-Systeme, Netzwerke und deren Support. Für die Abkürzungen finden Sie zudem ein Glossar im Anhang dieses Buchs.

Weitere Einzelheiten zu den Examen finden Sie in Abschnitt 32.1 »Was von Ihnen verlangt wird«. Für weitere Informationen begeben Sie sich bitte auf die Webseite von CompTIA unter www.comptia.org. Dort finden Sie auch eine genaue Auflistung der zurzeit gültigen Prüfungsthemen, auf Englisch auch »Objectives« genannt.

Wichtiger Hinweis

Wenn Sie den an dieser Stelle von CompTIA zur Verfügung gestellten Code »Kabera10« nutzen, so erhalten Sie auf den Kauf eines CompTIA-Prüfungsvouchers 10 % Rabatt bei der Buchung über die Online-Plattform von VUE.

1.3 Voraussetzungen für CompTIA A+

Gemäß der Webseite von CompTIA (www.comptia.org) gibt es keine vorgeschriebenen Minimalvoraussetzungen, die für die Zulassung zum Examen verlangt werden.

CompTIA empfiehlt aber den Teilnehmenden der Zertifizierung zwölf Monate Erfahrung im PC-Support oder im Außendienst bzw. eine entsprechende Ausbildung mit praktischen Übungen.

Diesen Empfehlungen kann ich als Autor nur zustimmen. Dieses Buch kann Ihnen wohl das Wissen, nicht aber die praktischen Erfahrungen vermitteln, die im Bereich Systemtechnik und Support nötig sind, um erfolgreich zu sein. Wenn Sie sich also auf die Zertifizierung vorbereiten möchten, lesen Sie dieses Buch, aber installieren Sie auch selber Computersysteme, gehen Sie in ein Training und üben Sie sich praktisch in der Fehlerbehebung und Konfiguration. Oder um den Titel des Kapitels aufzunehmen: Hier lernen Sie Vokabular und Grammatik, aber sprechen müssen Sie selber, um die Sprache zu beherrschen.

1.4 Zum Aufbau dieses Buchs

Die Themenvielfalt der CompTIA A+-Zertifizierung ist sehr weitläufig. Sie umfasst sowohl das Verständnis für unterschiedlichste Hardware als auch deren Installation und Fehlerbehebung. Betriebssysteme sind ein weiterer Schwerpunkt, ebenso das Thema IT-Sicherheit oder auch die Netzwerktechnik. Von daher kann ich schlecht einfach Kapitel an Kapitel reihen und strukturiere das Buch stattdessen nach diesen Schwerpunkten.

Das Buch unterteilt die Thematik somit in Bereiche, um Ihnen eine Struktur für das Lesen und Lernen anzubieten. Die fünf Bereiche lehnen sich dabei an die Wissensgebiete der beiden Prüfungen an, vereinen die Thematik aber auf eine einzige Struktur und nicht fünf + vier Gebiete (analog zu den Examen).

So gesehen bietet Ihnen die folgende Aufzählung eine Zuordnung der Schwerpunkte, die Ihnen zur Orientierung dienen möchte.

| Themenbereiche und Schwerpunkte | Examen 220-1201 | Examen 220-1202 |
|---|-------------------|-------------------|
| Hardware-Grundlagen | Kapitel 3 bis 8 | |
| Problemlösung, Umgang mit Kunden | Kapitel 9 bis 14 | Kapitel 15 |
| Netzwerktechnik und -support | Kapitel 16 bis 20 | |
| Betriebssysteme, Installation, Betrieb und Unterhalt, Fehlersuche | | Kapitel 21 bis 27 |
| Sicherheit | | Kapitel 28 bis 31 |

Tabelle 1.1: Der Aufbau des Buchs und die Zuordnung der Themen zu den Examen

Bei jedem Kapitel finden Sie zudem die Zuordnung zu den Lernzielen der jeweiligen CompTIA A+-Prüfung, sodass Sie die Lernziele den Inhalten zuordnen können.

Nach diesen Themenbereichen finden Sie die notwendigen Prüfungsinformationen sowie eine Beispielprüfung, die Ihnen zur Standortbestimmung nach Durcharbeiten dieses Buchs verhelfen wird.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass ich auch in dieser Auflage Inhalte, die nicht mehr gefragt sind, gelöscht habe. Ich bin kein Verfechter endemischen Zuwachses.

Von daher lege ich mein Bemühen nicht nur in die Erklärung neuer Kontexte, sondern ebenso in die Frage »Was muss die Leserschaft nicht mehr wissen?« und bereinige die Inhalte ebenso sorgfältig, wie ich sie ergänze. Ein typisches Beispiel dieser Auflage sind alte Prozessoren, zu viele Details aus der Geschichte und alte Betriebssystemversionen. Verschiedene Themen habe ich auch ganz bewusst entfernt, weil sie im Alltag nicht mehr (oder kaum) vorkommen und weil sie im Rahmen der CompTIA A+-Prüfung ganz sicher nicht mehr gefragt sind. Das heißt zum einen, Sie lernen keine »veralteten« Informationen, und zum anderen, Sie können gut die alte Auflage des Buchs behalten, falls Sie diese Informationen nicht verlieren möchten.

1.5 Persönliches zur 7. Auflage

Meinen ersten eigenen PC habe ich 1986 als Student gekauft – und schon nach 24 h hatte ich ihn erfolgreich zerstört. »Sie haben versehentlich die Nullspur gelöscht« war der lapidare Kommentar des Verkäufers, und ich konnte wieder einige Tage warten, bis das Gerät mit neu hergerichteter Festplatte zurückkam. Das Spiel wiederholte sich so (leider) noch einige Male, und erklären konnte mir eigentlich niemand so richtig, was ich jeweils angerichtet hatte – es »war halt so«. Aber damit wollte ich mich nicht abfinden – und das war mein Einstieg in die Informatik, was von meinem damaligen Studienggebiet, der Theologie, ziemlich weit weg war ... Und so habe ich mich nach Beendigung der Ausbildung und unter gütiger Mithilfe zahlreicher Studienkollegen, die mir immer mehr Fragen zu diesem Thema gestellt haben, in die Lösung von IT-Fragen vertieft.

Über die Jahre lernt man dazu, und über eine Anstellung als Abteilungsleiter für Informatik und seit vielen Jahren als System- und Netzwerktechniker und international tätiger Ausbilder für Informatik kommen viele Erfahrungen dazu. Dazu gehört natürlich auch die Ausbildung, die ich als Systemtechniker und IT-Projektleiter absolviert habe. Und schon bald begann ich, auch als Autor über die Themen zu schreiben, an denen ich arbeitete. Die ersten Themen waren Windows 3.1, Ami Pro und die Grundlagen von Computersystemen Anfang der 1990er-Jahre – es lebe das Zeilenkommando!

Es ist bemerkenswert zu sehen, was sich in dieser Zeit bis heute alles verändert hat und noch verändern wird. Ich kann es darum auch in diesem Buch nicht ganz

lassen, Sie hin und wieder mit auf die Reise zu nehmen, sich das eine oder andere aus der Geschichte anzuhören (ja, 640 KB Arbeitsspeicher waren mal richtig viel ...) oder einen Blick in die Zukunft zu werfen, denn was heute große Neuerung« genannt wird, wird für Sie in ein oder zwei Jahren schon wieder »heutiger« Alltag sein.

Die Zusammenhänge von Informatik und Arbeitswelt, aber auch die Verknüpfung immer weiter in unser Privatleben bleiben für mich nach wie vor sehr faszinierend. Ich hoffe, Ihnen geht es beim Lesen dieses Buchs genauso, und diese Begeisterung wird Sie dann auch für Ihre Examen beflügeln.

Bedanken möchte ich mich einmal mehr und ausdrücklich bei den zahlreichen Leserinnen und Lesern, die mir immer wieder schreiben, Unklarheiten zutage fördern oder Vereinfachungen fordern und so einen wesentlichen interaktiven Beitrag zu diesem Buch liefern, den ich als Autor sehr schätze. Vielen Dank auch an meine Frau Katharina, die auch dieses Mal Hintergrundinformationen gesammelt, Texte redigiert und Fehler gesucht hat.

Bedanken möchte ich mich auch bei den vielen Herstellern und ihren Kommunikationsabteilungen, die uns, zum Teil mit erheblichem Aufwand, mit Bildmaterial und Unterlagen unterstützt haben. Herzlichen Dank an Stefan Diefenbacher für seine Mitarbeit zum Thema Mac-Computer und an Dr. Michael Barry für seine Ergänzungen zum Thema KI.

Mein Dank gilt einmal mehr dem mitp-Verlag. Wir schreiben jetzt weit über 15 Jahre zusammen Bücher, Thema um Thema, Auflage um Auflage. Nebst aller Arbeit gehört dazu immer auch die Freude über ein fertiggestelltes Werk. In diesem Sinn vor allem Dank an Katja Völpel, meine Lektorin, für die wirklich konstruktive Zusammenarbeit und die Leistung, jedes Mal meine Helvetismen zu finden und mit viel Geduld für eine lesbare, deutsche Sprache zu sorgen. Mich freut diese Zusammenarbeit und natürlich auch, dass wir gemeinsam Erfolg haben mit unseren Ideen und Werken.

Und nein, dieses Buch wurde nicht von einer KI geschrieben und danach von mir signiert, die Texte stammen nach wie vor aus meiner eigenen »Feder« und basieren auf meinen eigenen Recherchen, inklusive meiner eigenen Fehler und Unzulänglichkeiten.

Vorbereitung auf CompTIA A+

Bevor Sie in diesem Buch mit der Thematik von CompTIA A+ beginnen, möchte ich Ihnen die Chance geben, Ihr bestehendes Wissen zu überprüfen und so festzustellen, ob Sie für Ihr Unterfangen »CompTIA A+«-bereit sind.

Dazu habe ich Ihnen folgende Fragen und Grafiken zusammengestellt, mit denen Sie eine Standortbestimmung durchführen können. Wenn Sie mehr als fünf von zehn Fragen richtig beantworten können, sind Sie gut vorbereitet für dieses Buch. Wenn nicht, empfehle ich Ihnen, mit dem Grundlagenwerk »CompTIA IT Fundamentals« zu beginnen, das Ihnen diese Grundlagen erklärt und das 2019 in dritter Auflage revidiert erschienen ist.

Prüfen Sie Ihr Wissen

1. Sie möchten auf Ihrem Computersystem das neue Windows 11 installieren. Wie nennen Sie diese Software korrekterweise?
 - A) Computerprogramm
 - B) Anwendung
 - C) Betriebssystem
 - D) Hardware
2. Ein Kunde ruft Sie an und bemängelt, dass sein PC nicht mehr startet. Da der Kunde auch keine Statusleuchten an der Front des PC blinken sieht und kein Geräusch hört – was werden Sie mit ihm als Erstes überprüfen?
 - A) Ob das Betriebssystem aktuell ist
 - B) Ob das Stromkabel in der Steckerleiste am Boden richtig sitzt
 - C) Ob der Monitor eingeschaltet ist
 - D) Ob der PC noch Garantie hat
3. Sie möchten an Ihrem Notebook die Bildschirmauflösung ändern, damit die Buchstaben auf dem Display größer angezeigt werden. Wo können Sie dies bei Windows 11 ändern?
 - A) Im BIOS beim Starten
 - B) Im Windows Explorer
 - C) In der Bildschirmsteuerung
 - D) In den Einstellungen

4. Wozu können Sie einen DVD-Player einsetzen?
 - A) Um CDs und DVDs abzuspielen
 - B) Um DVDs abzuspielen
 - C) Um CDs und DVDs zu beschreiben
 - D) Um DVDs zu beschreiben
5. Wie viele Bits weist ein Byte auf?
 - A) 1
 - B) 2
 - C) 8
 - D) 10
6. Welches der folgenden Geräte können Sie nach dessen Einbau mit Wechselmedien bedienen (zwei Antworten auswählen)?
 - A) DVD-ROM
 - B) Scanner
 - C) Externe USB-Festplatte
 - D) Cardreader
7. Was bezeichnet man als LAN?
 - A) Eine Grafikkarte für PCs
 - B) Ein lokales Netzwerk
 - C) Ein labiles System, das immer abstürzt
 - D) Ein Betriebssystem als Alternative zu Windows
8. Wie heißt das im Jahr 2025 aktuelle Windows-Betriebssystem?
 - A) Windows 23H2
 - B) Windows Oreo
 - C) Windows 2025
 - D) Windows 11
9. Was bezeichnet der Begriff »NTFS«?
 - A) Neues File Transfer System – System, um Daten zu kopieren
 - B) Narrow Tech Font System – Schriftarten für Windows-Systeme
 - C) New Technology File System – Dateisystem für Windows-Systeme
 - D) Near Trans Folio Scan – Speicherverfahren für Festplatten
10. Welches Gerät können Sie *nicht* an einem USB-3.0-Anschluss einstecken?
 - A) Monitor
 - B) Digitalkamera
 - C) Scanner
 - D) Drucker

2.1 Fragen zu einem Computersystem

Nach den theoretischen Fragen kommen Sie jetzt zu einem praktischen Teil und nehmen sich in drei Schritten ein Computersystem genauer vor.

Bitte beschriften Sie die Abbildungen anhand der bereitgestellten Buchstaben und Nummern, soweit Sie diese erkennen – und machen Sie sich keine Sorgen, wenn Sie etwas nicht wissen! Die folgenden Kapitel werden es Ihnen ermöglichen, das fehlende Wissen zu erlernen.

Falls Sie bei den folgenden Aufnahmen der Ansicht sind, diese seien etwas älter ... dann haben Sie recht. Ich habe lange überlegt, ob ich die Aufnahmen aktualisieren soll, aber die hier gezeigten Bilder weisen eine Fülle von Schnittstellen und Komponenten auf, die »moderne« Systeme nicht mehr bieten – im Support werden Sie aber genau diese Vielfalt noch auf Jahre hinaus antreffen. Zur Verdeutlichung dieses Umstands habe ich Ihnen nebst den zu beschriftenden drei Systemen auch jeweils ein modernes Gegenstück dazugestellt.

2.1.1 Die Front eines PC-Systems


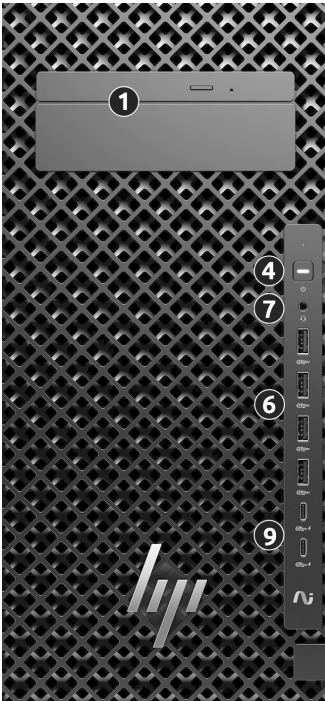
| | | | | |
|--|-----|---|---|--|
|  | Nr. | Bezeichnung |  | |
| | | 1 | | |
| | | 2 | | |
| | | 3 | | |
| | | 4 | | |
| | | 5 | | |
| | | 6 | | |
| | | 7 | | |
| | | 8 | | |
| | 9 | | | |
| | | Weitere Anmerkungen oder Beobachtungen | | |

Abb. 2.1: Die Gehäusefronten zweier Workstations von 2008 und 2025

2.1.2 Rückseitige Anschlüsse

Abbildung 2.2 zeigt die Schnittstellen an der Rückseite eines PC-Systems. Welche davon können Sie identifizieren?

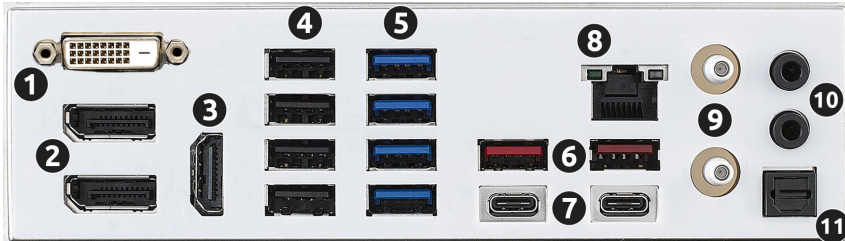


Abb. 2.2: Schnittstellen an der Rückseite des PC

| Nummer | Beschreibung |
|--------|--------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |

2.1.3 Blick auf das Mainboard

Welche Elemente in Abbildung 2.3 können Sie identifizieren? Beschreiben Sie die Ihnen bekannten Merkmale folgender Mainboards.

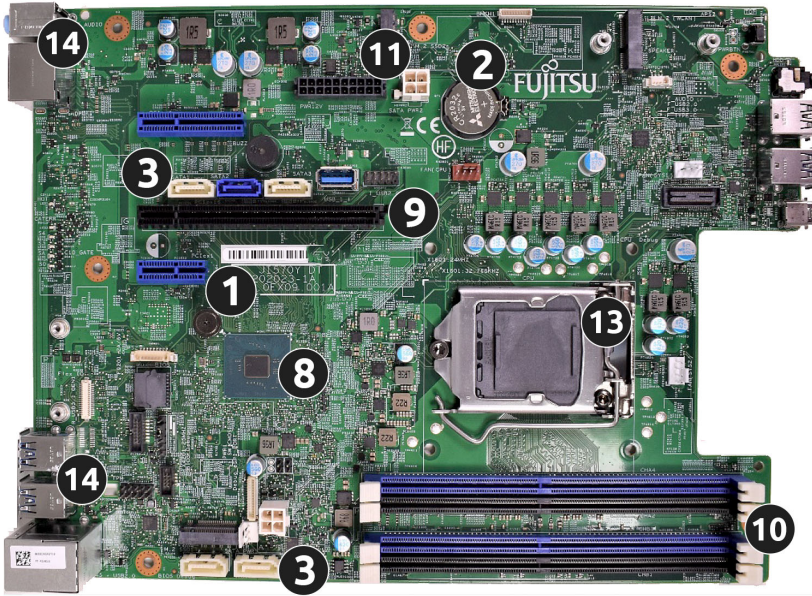


Abb. 2.3: Mainboard eines älteren Systems (2021 Micro-ATX, Rocket-Lake-Architektur, © Fujitsu)

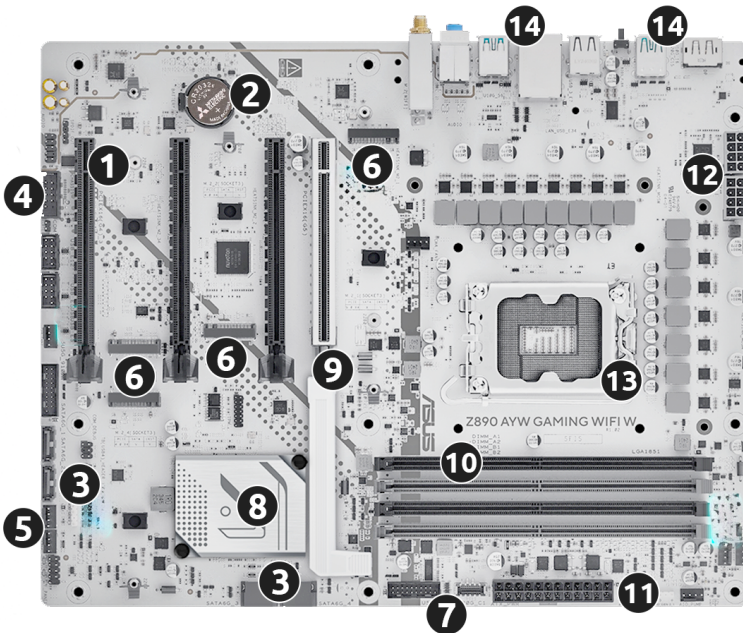


Abb. 2.4: Mainboard eines älteren Systems (2021 Micro-ATX, Rocket-Lake-Architektur, © Fujitsu)

Kapitel 2

Vorbereitung auf CompTIA A+

| Nummer | Beschreibung |
|--------|--------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |

Die Antworten auf alle Fragen in diesem Kapitel finden Sie in Abschnitt A.3 »Antworten zu den Kapitelfragen«.

Teil I

Alles Blech oder was

Von Mainboard bis Webcam – So funktioniert Hardware

Lernziele

In diesem ersten Teil dreht sich alles um Hardware. Sie lernen die zentralen Komponenten von Informatiksystemen kennen, aber auch unterschiedliche Geräte, die mit Computersystemen direkt zusammenarbeiten.

Nach Durcharbeiten der dazugehörigen Kapitel und erfolgreicher Beantwortung der Kapitelfragen haben Sie folgende Lernziele erreicht:

- Sie kennen die Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung.
- Sie verstehen die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten auf einem Mainboard und wissen, welche Funktion die einzelnen Komponenten dabei ausüben.
- Sie können verschiedene Schnittstellenkonzepte unterscheiden und kennen deren Eigenschaften.
- Sie kennen unterschiedliche Typen von Speichermedien und können sie anhand ihrer Eigenschaften voneinander unterscheiden.
- Sie können die Funktion verschiedener Peripheriegeräte wie Monitor, Drucker, Eingabegeräte oder Schnittstellenkarten beschreiben.
- Sie kennen die wesentlichen Eigenschaften mobiler Hardware.

In diesem Teil:

| | |
|---|-----|
| ■ Kapitel 3 | |
| Vom Bit bis zum Personal Computer | 41 |
| ■ Kapitel 4 | |
| Einblick in die Systemarchitektur | 57 |
| ■ Kapitel 5 | |
| Anschluss gesucht und gefunden | 99 |
| ■ Kapitel 6 | |
| Interne und externe Geräte | 119 |
| ■ Kapitel 7 | |
| Ein- und Ausgabegeräte | 145 |
| ■ Kapitel 8 | |
| Drucker | 171 |

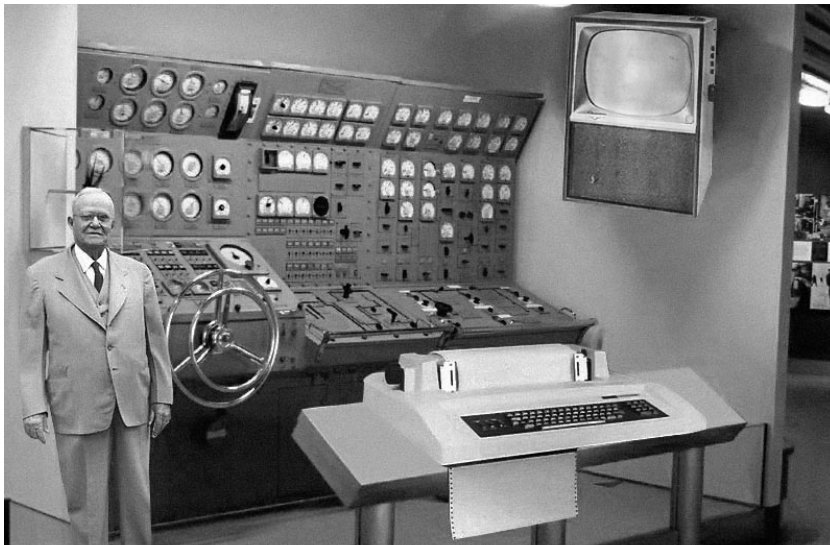
Vom Bit bis zum Personal Computer

CompTIA-Prüfungsziele, die in diesem Kapitel behandelt werden:

Für das Examen 220-1201

3 Hardware – Allgemeine Übersicht zu Lernbereich 3 in diesem Examen

Die Welt der Computer ist vielfältig und sie befindet sich in einer rasanten Entwicklung, bei der nach wie vor kein Ende abzusehen ist. Zur Illustration dieser Tatsache betrachten Sie einmal die folgende Darstellung eines Heimcomputers von 1954:



Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use

Abb. 3.1: So stellte man sich den Heimcomputer der Zukunft im Jahr 1954 vor.

Der Text dazu besagt: *Dieses Modell wurde 1954 von Wissenschaftlern der RAND Corporation entworfen, um aufzuzeigen, wie ein »Home Computer« im Jahre 2004 ausschauen könnte, obwohl die dazu benötigte Technologie für den Durchschnittsbürger*

nicht bezahlbar sein wird. Auch geben die Wissenschaftler zu, dass die notwendige Technologie noch erfunden werden muss, um diesen Computer zu betreiben. Aber man geht davon aus, dass die Wissenschaft in den nächsten 50 Jahren diese Probleme lösen wird. Mit Fernschreiber-Schnittstelle und der Programmiersprache Fortran wird der Computer einfach zu bedienen sein.

Und heute? Heute verfügen wir über Notebooks, die 1,5 cm dünn sind und das Tausendfache an Leistung des oben gezeigten Rechners erbringen. Doch fangen wir vorne an.

3.1 Die Welt der Elektronik

In der realen Welt messen wir Dinge wie Farben oder Töne in Form von sogenannten analogen Werten. Das heißt, es sind mehrstufige, zum Teil auch fließende Werte, die wir genau so messen können, wie sie auftreten. Wir zeichnen dann dazu etwa eine Tonleiter oder eine Farbmessskala, um alle Werte zu erfassen.

Computer kennen dagegen nur ein zweiteiliges, binär genanntes Wertesystem. Dieses basiert auf ihrer grundlegenden Funktion: STROM und KEIN STROM.

Digitale Signale können somit numerisch betrachtet zwei Werte annehmen: entweder den Wert 0 oder den Wert 1. Man spricht daher auch von binären Signalen oder Binärdaten.

Diese Minimalinformation, nämlich ob an einer bestimmten Stelle Strom fließt oder nicht, und die sich daraus ergebende Information nennt man ein Bit. Ein Bit ist die Information, ob ja oder nein, ob ein oder aus, ob schwarz oder weiß und ist damit die kleinste Informationseinheit in der elektronischen Datenverarbeitung. Und da ein Computer im Wesentlichen ein elektronisches Gerät ist (in dessen Schaltkreisen Strom fließen kann oder eben nicht), müssen alle Daten mithilfe dieser kleinsten Informationseinheit, dem Bit, dargestellt werden.

Damit haben wir das wesentliche Problem zwischen realer Welt und Computerwelt bereits beschrieben: Wie bekommt man die endlos vielfältige Information der realen Welt in die binäre Welt der Computer?

Nehmen Sie als ein Beispiel die Schrift. Der Computer kann durch seine zwei Zustände in unsere Sprache übersetzt lediglich zwei Zeichen darstellen: 0 und 1. Unser Alphabet hat aber wesentlich mehr Buchstaben. Selbst wenn wir also eine Übersetzungstabelle programmieren, kann der PC an sich nur A und B schreiben, und das bedeutet: AAA BBAB BAAAAA BB AAAAA (übersetzt = das wäre mühsam zu lesen).

Zur Übertragung von analogen Daten gibt es daher verschiedene Methoden, um sie in die Welt der Computer zu übertragen. Wir unterscheiden dabei im Wesentlichen Zahlen, Texte, Bilder und Töne.

3.1.1 Darstellung von Zahlen

Bei Zahlen hat sich das 0/1-System am schnellsten umsetzen lassen. Man nennt es das binäre Zahlensystem (bi = zwei). Wir Europäer rechnen demgegenüber meistens im dezimalen Zahlensystem mit den Werten im System 1, 10, 100 usw.

Eine Binärziffer, also 0 oder 1, kann man elektronisch durch eine einfache Schaltung abbilden, die entweder Strom aufweist (on) oder keinen Strom (off). Und damit können Sie exakt eine Information speichern. Diese kleinste Einheit einer elektronischen Schaltung nennt sich wie erwähnt Bit. Das Wort ist eine Abkürzung des englischen Worts für Binärziffer: *binary digit*.

Durch das Verknüpfen mehrerer Schaltungen lassen sich entsprechend auch mehr Informationen abbilden. Oder anders ausgedrückt: 1 Bit kann durch die Schaltung on/off zwei Informationen wiedergeben, z.B. on = 0 und off = 1. Zwei Bit ergeben dann bereits vier mögliche Informationen, entsprechend den Zuständen 0-0, 1-0, 0-1, 1-1. Bei drei Bit hintereinander ergeben sich dann acht Möglichkeiten usw.

3.1.2 Darstellung von Texten

Bei Textdaten geht man folgendermaßen vor: Jeder Text besteht aus einzelnen Zeichen. Diese Zeichen können Buchstaben, Ziffern oder Sonderzeichen sein wie etwa ein Fragezeichen oder ein Doppelpunkt oder Ähnliches. Diese Zeichen nummeriert man nun von 0 bis n durch und stellt jedes Zeichen durch seine Nummer dar. Die Anzahl der darstellbaren Zeichen ist definiert, und zwar in einer Tabelle, auch Code genannt.

Die bekannteste Tabelle dieser Art ist der ASCII-Code (American Standard Code for Information Interchange). Der ASCII-Code bietet Platz für 256 unterschiedliche Zeichen. Um verschiedene regionale Zeichen in möglichst wenige Zeichensätze zu integrieren, wurde in der Folge der Unicode entwickelt, der zuerst in 16-Bit und später in 32-Bit entwickelt wurde. Hierin finden aktuell über eine Million Schriftzeichen Platz, auch spezielle Schriften wie die Braille-Blindenschrift sind Teil dieses Standards. Der Unicode wird laufend weiterentwickelt, z.B. mit Emojis! UTF-8 (Unicode Transformation Format 8-Bit) wiederum ist eine Unicode-Variante, die von 0 bis 127 die ASCII-Zeichen beinhaltet. Dieser Zeichensatz ist besonders im Internet weitverbreitet.

Und anhand dieser Zeichensätze wiederum kann der Mensch dann Programme in Sprachen schreiben, die für den Computer in Zahlenreihen übersetzt werden können und ihm sagen, was er zu tun hat, zum Beispiel »Drucken«.

3.1.3 Darstellung von Bildern

Bilder und Grafiken werden ebenfalls mithilfe von Zahlen dargestellt. Dazu gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten: die pixelorientierte Darstellung (Bilder, Fotos) sowie die Vektorgrafikdarstellung (Grafiken, Schemata).

Entweder wird eine Grafik somit in Kurven erfasst (Vektoren), die dann mehr oder weniger frei skalierbar sind, oder das Bild wird in einzelne Bildpunkte (sogenannte Pixel) zerlegt, z.B. bei einer digitalen Aufnahme oder einem Scan. Jedem Pixel wird dann eine Farbe zugewiesen. Die Farben werden wiederum durchnummeriert. So wird ein Bild durch sehr viele Farbnummern dargestellt.

Nehmen wir an, ein Bild besteht aus 50 x 50 Pixeln, dann sind das total 2500 Pixel. Wie viele Bit nun für jedes Pixel benötigt werden, hängt davon ab, wie viele verschiedene Farben in dem Bild vorkommen sollen: Je mehr Farben vorkommen, desto größer kann die Zahl werden, die eine bestimmte Farbe kennzeichnet. Wenn jedes Pixel eine von 256 Farben annehmen kann, so werden die einzelnen Farben, die im Bild vorkommen, mit den Zahlen von 0 bis 255 gekennzeichnet. Für die Darstellung dieses Zahlenbereichs ist genau ein Byte erforderlich (wie bei den 256 ASCII-Zeichen). Für die Speicherung des Bilds werden daher 2500 Byte benötigt.

Die Anzahl der Bits, die für die Speicherung eines bestimmten Zahlenbereichs erforderlich ist, kann rechnerisch ermittelt werden. Die folgende Tabelle gibt die wichtigsten Werte an:

| Anzahl Farben | Anzahl der benötigten Bits |
|---------------|----------------------------|
| 2 | 1 |
| 4 | 2 |
| 8 | 3 |
| 16 | 4 |
| 64 | 6 |
| 256 | 8 |
| 65.536 | 16 |
| 16.777.216 | 24 (True Color genannt) |

Tabelle 3.1: Farben und benötigte Bits zu deren Darstellung

3.1.4 Darstellung von Tönen

Auch Töne sind analoge Signale. Die Umwandlung in digitale Signale erfordert hierbei sehr viel Speicherplatz, da jeder Ton individuell abgetastet und umgewandelt werden muss.

Übliche Abtastfrequenzen sind: 44.100 Hz (für Hi-Fi-Qualität), 22.050 Hz (für Sprache ausreichend) und 11.025 Hz (Telefonqualität). Pro Abtastung werden Informationen mit 8 oder 16 Bit (je nach Qualitätsanforderungen) gespeichert. Will man Stereoton, muss der Platzbedarf noch mit 2 multipliziert werden.

3.2 Ganz klein und ganz groß

In der Elektrotechnik muss, wie eben erläutert, vielfach mit sehr großen und sehr kleinen Werten gerechnet werden. Um nicht immer mit unhandlich langen Zahlen hantieren zu müssen, werden den Zehnerpotenzen (10^3) Multiplikatorwerte beigelegt. Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die dezimalen Präfixe für Zahlenmultiplikatoren.

| Begriff | Abk. | Potenz | Zahlenwert |
|---------|------|-----------|-----------------------------------|
| Yocto | y | 10^{24} | 0.000 000 000 000 000 000 000 001 |
| Zepto | z | 10^{21} | 0.000 000 000 000 000 000 001 |
| Ato | a | 10^{18} | 0.000 000 000 000 000 001 |
| Femto | f | 10^{15} | 0.000 000 000 000 001 |
| Pico | p | 10^{12} | 0.000 000 000 001 |
| Nano | n | 10^9 | 0.000 000 001 |
| Micro | μ | 10^6 | 0.000 001 |
| Milli | m | 10^3 | 0.001 |
| Centi | c | 10^2 | 0.01 |
| Deci | d | 10^1 | 0.1 |
| Eins | | 10^0 | 1 |
| Deka | da | 10^1 | 10 |
| Hecto | h | 10^2 | 100 |
| Kilo | k | 10^3 | 1000 |
| Mega | M | 10^6 | 1 000 000 |
| Giga | G | 10^9 | 1 000 000 000 |
| Tera | T | 10^{12} | 1 000 000 000 000 |
| Peta | P | 10^{15} | 1 000 000 000 000 000 |
| Exa | E | 10^{18} | 1 000 000 000 000 000 000 |
| Zetta | Z | 10^{21} | 1 000 000 000 000 000 000 000 |
| Yotta | Y | 10^{24} | 1 000 000 000 000 000 000 000 000 |

Tabelle 3.2: Multiplikatoren

Die Vorschläge zur Weiterführung nach dem Yotta lauten Xona, Weka, Vunda usw. Sie reichen mittlerweile bis zum Faktor 10^{63} , der sich dann Luma nennt. Behalten Sie das im Auge, wenn Sie in zwanzig Jahren einen Speicherkristall kaufen möchten.

Beispiele, die sich aus dieser Tabelle ableiten lassen:

- η F (nanoFarad): Kapazität eines kleinen Kondensators
- μ m (Mikrometer): Millionstelmeter
- mg (Milligramm): Tausendstelgramm
- cl (Zentiliter): Hundertstelliter
- db (Dezibel): Dämpfungs- und Lautstärkemaß
- Kbps (Kilobit pro Sekunde): Datenübertragungskapazität

Nun ist es aber wie erwähnt so, dass die Informatik binär rechnet. Damit wird zwar z.B. eine SD-Karte mit 1 GB (Gigabyte = 1.000.000.000 Bytes) angeschrieben, genau genommen enthält sie aber eben 1.073.741.824 Byte, was doch zahlenmäßig eine ziemliche Differenz ist. Und je größer die Multiplikatoren werden, desto größer wird auch die effektive Differenz.

Daher wurde von der IEC 1998 in Anlehnung an das internationale Einheitensystem (SI) ein eigenes System für die binäre Bezeichnung von Multiplikatoren eingeführt. Es ist aber nicht Teil des SI, sondern eigenständig und lediglich daran orientiert.

Die wichtigsten Multiplikatoren lauten:

| Begriff | Abk. | Potenz | Zahlenwert |
|---------|------|----------|-----------------------------------|
| Kibi | Ki | 2^{10} | 1 024 |
| Mebi | Mi | 2^{20} | 1 048 576 |
| Gibi | Gi | 2^{30} | 1 073 741 824 |
| Tebi | Ti | 2^{40} | 1 099 511 627 776 |
| Pebi | Pi | 2^{50} | 1 125 899 906 842 624 |
| Exbi | Ei | 2^{60} | 1 152 921 504 606 846 976 |
| Zebi | Zi | 2^{70} | 1 180 591 620 717 411 303 424 |
| Yobi | Yi | 2^{80} | 1 208 925 819 614 629 174 706 176 |

Tabelle 3.3: Binäre Multiplikatoren

Die noch etwas gewöhnungsbedürftige Notation lautet also dann an obigem Beispiel so, dass eine SD-Karte eine Speicherkapazität von 1 Gibibyte aufweist, kurz 1 GiB.

Bei einer modernen Festplatte mit 1 Terabyte (TB) Speicher sähe das dann so aus:

Dezimal $1\text{ T} = 10^{12} = 1\,000\,000\,000\,000\text{ Byte}$

Binär $1\text{ Ti} = 2^{40} = 1\,099\,511\,627\,776\text{ Byte}$

Das macht dann in der »realen« Speicherwelt immerhin annähernd 10 % aus, die uns das dezimale System unterschlägt.

Und nach diesen Betrachtungen wenden wir uns jetzt den konkreten Systemen zu, neudeutsch »Hardware« genannt.

3.3 Der Personal Computer

Die Geschichte des Personal Computers (PC) geht bis in die 70er-Jahre des letzten Jahrhunderts zurück. Der erste kommerziell vertriebene Computer war ein Gerät namens Altair 8800 aus dem Jahr 1974 – erhältlich als Bausatz für den technisch versierten Heimanwender.

Auch sonst waren die PCs lange Zeit kein Thema für die Industrie, sondern wurden als Spielerei fürs Private verstanden. Daran änderte sich auch nichts, als der erste industriell hergestellte PC erschien, der Apple II von einer Firma namens Apple. Er wurde am 5. Juni 1977 in den USA vorgestellt und konnte für unterschiedliche Anwendungen (z.B. Textverarbeitung, Spiele, Steuerungstechnik) genutzt werden. Außerdem konnten mit diesem Computer bereits Farben dargestellt und Töne wiedergegeben werden.

Nach dem Verkaufserfolg des Apple II in den späten 1970er-Jahren begann auch IBM, damaliger Marktführer für Datenverarbeitungsanlagen, mit der Entwicklung eigener Personal Computer, und am 12. August 1981 wurde der erste IBM-PC vorgestellt. Um den Rechner von den billigeren Heimcomputern abgrenzen zu können, wurde der Begriff des »Personal Computer« von IBM durch die Werbung so aufbereitet, dass er über viele Jahre als Synonym für IBM stand (IBM-kompatible Computer). Da IBM seinerseits bereits fest in der Großrechnerindustrie verankert war, war die Herstellung eines PC durch diese Firma zugleich der Startschuss dafür, dass diese Gerätekategorie aus dem »Heimnutzer«-Bereich heraustrat und als Arbeitsgerät zunehmend ernst genommen wurde.

IBM hatte seinen ersten IBM-PC mit einem Intel-Prozessor ausgestattet. Auch die folgenden Modelle wurden mit Prozessoren der Firma Intel ausgerüstet. Der von Intel vorgestellte 8086-Prozessor sorgte dafür, dass sich für die Serie die Abkürzung »x86-Architektur« etablierte. Der IBM-PC wurde von 1985 bis in die 1990er-Jahre ausschließlich mit PC-DOS, dem Betriebssystem von IBM, vertrieben, das von Microsoft an IBM lizenziert worden war.

Der IBM-PC wurde zu sagen wir mal eher höheren Preisen verkauft. In der Schweiz habe ich 1986 für einen IBM AT 03 so um die 8.000,00 CHF bezahlt, mit Monochrombildschirm und zwei Floppy-Laufwerken. Da IBM mit Ausnahme des BIOS kein Monopol auf die verwendeten Komponenten hatte, konnte Compaq ab 1983 den ersten zum IBM-PC kompatiblen Computer auf den Markt bringen. Der Konkurrenzkampf führte zu sinkenden Preisen und verstärkter Innovation, aber auch zu einem Wegbrechen der Marktanteile von IBM. Die 1990er-Jahre waren die Phase mit den meisten Herstellern von PC-Systemen (z.B. AST, Atari, Commodore, DEC, NEC, Olivetti, Philips, Tandem, Tandon, Tulip etc.). Sie sind mehrheitlich vom Markt verschwunden.



Abb. 3.2: IBM-PC AT (PC51xx)

Personal Computer verfügen bis heute über immer noch mehr Leistung. Sie werden in verschiedensten Bereichen von Internetrecherchen über Textverarbeitung bis Multimedia, Berechnungen, digitale Planung und Produktion eingesetzt.

Für PC-Systeme finden Sie heute verschiedene Formfaktoren vor.



Abb. 3.3: PC-Systeme mit unterschiedlichen Formfaktoren (© HP und Wortmann)

Bekannt sind etwa die SFF-Gehäuse (Small Form Factor), wie in Abbildung 3.3 ganz links ersichtlich. Die normalen Desktop-Rechner entsprechen nach wie vor dem ATX-Formfaktor bzw. dessen Nachfolger mATX. Ebenfalls im Markt erscheinen die All-in-one-Geräte, bei denen der ganze Rechner in eine erweiterte Bildschirmeneinheit eingebaut wird. Tower gibt es als Mini- oder Midi-Tower, was mehr eine ungefähre Größenangabe, denn eine Spezifikation ist. Für die Spieler unter

den Computerfreunden gibt es zudem auch noch die Maxi-Tower, die sind dann um 60 cm hoch. Passend zum Formfaktor des Gehäuses gibt es auch einen Formfaktor für Mainboards, dazu mehr im nächsten Kapitel. Und ja, sowohl beim Gehäuse als auch beim Mainboard spricht man von Formfaktor, auch wenn die Auswirkungen auf eine Platine und ein Gehäuse natürlich unterschiedlich sind.

Kleine Geräte hören auch auf den Namen NUC oder Raspberry, das sind sogenannte Mini-PCs, die auf einem System on a Chip (SoC) basieren. Hier stehen die Größe und oft damit verbunden auch die Robustheit im Vordergrund, allerdings mit heute auch ansprechender Leistung, vor allem die Intel NUC (Abkürzung für Next Unit of Computing) kann selbst für Server eingesetzt werden.

Heutige PCs aller Größen verfügen über einen Mehrkernprozessor und Arbeitsspeicher im Bereich von mehreren Gigabyte und Festspeicher im Bereich von ein bis mehreren Terabyte. Und dennoch sinkt ihre Beliebtheit von Jahr zu Jahr zugunsten der mobilen Rechner, die nahezu ebenso leistungsfähig sind, aber den Vorteil der Mobilität mit sich bringen.

3.4 Vom Laptop bis zum Smartphone

Die ersten Vertreter mobiler Systeme hießen »portable Computer« – tragbare Computer. Mehr als tragbar waren die auch nicht, mit abnehmbarer Tastatur so um die acht bis zwölf Kilo schwer und nicht eben praktisch zu bedienen.



Abb. 3.4: Mein erster portabler Computer Anfang der 1990er-Jahre, ein IBM PS/2

Der klassische Vertreter der nächsten Generation mobiler Systeme nannte sich dann Laptop (vom Englischen *lap* für Schoß, weil man den Computer auf den Schoß nehmen konnte – was übrigens bei den ersten Vertretern gar nicht so einfach war: bei Gewichten bis zu fünf Kilogramm!).

Als Abgrenzung dazu kamen Ende der 1990er-Jahre die »Notebooks« auf den Markt. Sie orientieren sich am klassischen Notizbuch, waren im Idealfall also im Bereich von Format A4 oder etwas größer – und vor allem deutlich leichter.

Mittlerweile werden die beiden Begriffe Laptop und Notebook aber parallel verwendet, ohne dass man sich genauer damit auseinandersetzt.

Die Miniaturisierung in der IT hat aber bei den Notebooks nicht aufgehört. Zuerst kamen die Netbooks dazu (ca. 2008). Diese Geräte waren kleiner, leichter und auch weniger leistungsfähig als ein Notebook, aber aufgrund ihrer Architektur mit WLAN und zum Teil auch mit SIM-Karten vielseitig einsetzbar und mit viel längeren Akkulaufzeiten auch sehr mobil.

Sie bildeten den Übergang zur nächsten Kategorie, den Ultrabooks. Und während die Netbooks schon wieder Geschichte sind, hält sich die Ultrabook-Generation, wenn auch mehrheitlich nicht unter diesem Namen.



Abb. 3.5: Mobile Geräte – vom Notebook bis zu den Wearables, alles ist mobil.

Der Begriff selber ist eine geschützte Marke von Intel. Nur wer sich deren exakten Spezifikationen unterzieht, darf sein Gerät »Ultrabook« nennen, weshalb längst nicht alle Vertreter dieser Geräteklasse auch so genannt werden. Ihnen allen ist gemeinsam, dass sie leichter sind als Notebooks (im Bereich bis ca. 1,5 kg), einen größeren Bildschirm haben als Netbooks (11,6 bis 13,3") und mit einer stromsparenden Intel-CPU ausgestattet sind, die bei Bedarf genügend Leistung erbringt, aber eine lange Akkulaufzeit ermöglicht.

Viele greifen heute zum nächsten Fremdwort: dem Convertible, etwa dem bekannten Microsoft Surface oder ähnlichen Produkten aller großen Hersteller. Convertibles verfügen über einen Touch-Bildschirm, sind mit einer fest verbundenen Tastatur ausgerüstet und dank mehr Leistung und PC-üblichem Betriebssystem für den beruflichen Alltag geeignet.

Ein weiterer Trend waren die Tablets. Sie sind eine konsequente Weiterentwicklung des Netbooks unter dem Aspekt »leicht und mobil«. Sie verfügen über Internetanschluss, sind für Video und Spiele optimiert und können optional mit Tastaturen ausgerüstet werden. Ihre beste Zeit haben diese Geräte auch schon wieder hinter sich, da sich die Convertibles im beruflichen Umfeld besser durchgesetzt haben.

Unterhalb der Tablets findet sich noch einmal eine eigene Kategorie: die Smartphones. Hervorgegangen sind sie aus den Personal Digital Assistants (PDA) genannten Geräten. Smartphones sind ein Zwischending aus Telefon und Computer, können beispielsweise ins Internet gehen oder Mails und Dokumente verarbeiten, sind aufgrund ihrer geringen Größe aber nicht als Ersatz eines Computersystems vorgesehen. Wobei ich mich da für die Zukunft nicht festlegen möchte angesichts der Tatsache, dass die neuen Geräte bereits mit Achtkernprozessoren daherkommen und der Bildschirm des typischen Smartphones in den letzten Jahren deutlich größer wurde. Der Begriff Phablet (Wortkreuzung der Begriffe Phone und Tablet) wird selten noch für Smartphones ab einer Bildschirmdiagonale von 7" (17,8 cm) verwendet.



Abb. 3.6: Verschiedene Vertreter heute gerade aktueller Smartphones

Und übrigens: Ein Smartphone von 2025 hat sehr viel mehr Speicher- und Rechenleistung als ein Desktop-PC von 1990 ...

3.5 Smart sind die Geräte

Längst sind nicht mehr nur Desktop-PCs und Notebooks mit anderen Geräten oder dem Internet verbunden. Das Internet der Dinge (IoT) hat längst verschiedene Bereiche im Alltag erreicht und gilt als die Zukunft der Kommunikation. Mit IoT wird dabei der Umstand beschrieben, dass sich verschiedenste Geräte und Maschinen von der Unterhaltungstechnologie bis in die industrielle Produktion miteinander verbinden und kommunizieren, Prozesse steuern und auch überwachen. So merke ich z.B. nur daran, dass in unserem Digitaldrucksystem der Toner bald leer ist, weil die Maschine selbstständig über das Internet Nachschub bestellt hat und der Postbote mir am nächsten Tag neuen Toner bringt. Ich weiß dann, es ist bald Zeit, den Toner wechseln.

3.5.1 Unterhaltung

Wenn Sie heute einen neuen Fernseher erwerben, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass es sich dabei um ein Smart-TV handelt. Spätestens, wenn Sie eine Set-Top-Box an den Fernseher anschließen, verfügen Sie über diverse Funktionen, Inhalte aus dem Internet abzurufen. Hersteller von Smart-TVs und Set-Top-Boxen setzen als Plattform in der Regel Eigenentwicklungen ein. Bei neueren Geräten basieren diese immer häufiger auf Android. Marktplätze für TV-Apps finden so größere Verbreitung und bringen Ihnen nicht nur Streaming-Dienste wie Netflix oder Amazon Prime auf den Bildschirm, sondern auch Ihre Lieblingsspiele und Nachrichten.

Für all diejenigen, die unterwegs E-Books lesen möchten, jedoch die restlichen Funktionen eines Tablets nicht benötigen, sind E-Book-Reader die perfekte Alternative. Ein hochauflösendes und nicht spiegelndes Display sowie ein leichteres Gewicht gestalten das Leseerlebnis in den meisten Fällen zudem deutlich angenehmer. Mit den aktuellen Modellen muss man selbst auf den Komfort des direkten Zugangs zu seiner Internetbibliothek über WLAN nicht verzichten.

3.5.2 Wearable Computer

Zu dem Bereich der smarten Geräte, die verschiedenste Informationen sammeln und auch übermitteln, können in erster Linie Wearables (Wearable Computer) gezählt werden.

Bereits seit Längerem auf dem Markt sind die sogenannten Aktivitätstracker. Wurden diese Geräte, die meistens in Form eines Armbands oder Clips daherkommen, bisher als eigenständige Geräte beworben, sind richtig »smarte« Tracker erst in den letzten Jahren aufgekommen. Smart darum, weil sie mit dem gekoppelten Telefon oder Computer kommunizieren und Daten synchronisieren. Am Ende des Tags ist auf Ihrem Smartphone beispielsweise die Anzahl gemachter Schritte und gestiegener Treppenstufen oder der Tagesverlauf Ihrer Herzschlagfrequenz ersichtlich.

Smartwatches bzw. intelligente Uhren, wie man sie heute kennt, sind im Gegensatz zu Aktivitätstrackern konstant mit Ihrem Smartphone verbunden. Aktuelle Modelle verfügen gar über eine eigene SIM-Karte, sodass sie sich ohne Hilfe weiterer Geräte ins Internet verbinden können. Dies ermöglicht einige spannende weitere Funktionalitäten, die durch Apps erweitert werden können. Sie enthalten GPS-Lokatoren, können Mails anzeigen und Fitnessfunktionen übernehmen – und ja, die modernen Uhren können mittlerweile auch Telefonate entgegennehmen oder Anrufe tätigen.

Jederzeit Informationen im Blickfeld hat man mit Datenbrillen. In der Presse bekannt wurde diese Art von Gerät durch Google Glass und regte zahlreiche Diskussionen zu den Themen Privatsphäre und Sicherheit an.

Und das Thema IoT wird Sie in den nächsten Jahren bestimmt noch mehr beschäftigen, denn es ist im industriellen Umfeld eng mit dem Begriff »Industrie 4.0« verknüpft – es wird eine große Umwälzung in den Prozessen von Design, Produktion und Vertrieb mit sich bringen. Nur führt das vorderhand noch etwas weit über die Thematik von CompTIA A+ hinaus.

3.6 Fragen zu diesem Kapitel

1. Wenn Sie eine fest verbaute SSD mit 500 GB in Ihr System einsetzen, dann hat diese
 - A) eine Kapazität von 35.000 KB
 - B) eine Kapazität von 0,50 TB
 - C) eine Kapazität von 5.000 MB
 - D) eine Kapazität von 0,50 PB
2. Wenn eine Farbdarstellung als »24 Bit« bezeichnet wird, wie viele Farben stellt sie dar?
 - A) 16 Farben
 - B) 256 Farben
 - C) 65.536 Farben
 - D) 16.777.216 Farben
3. Ein selbstständiges Computersystem benötigt für die vollständige Verarbeitung von Prozessen mindestens:
 - A) Einen Prozessor und eine Festplatte
 - B) Eine Tastatur, Festplatte und einen Bildschirm
 - C) Ein Eingabegerät, einen Prozessor und einen Speicher
 - D) Einen Prozessor, einen Arbeitsspeicher, eine Maus und eine Tastatur

4. Eine Kunde wünscht von Ihnen ein SFF-System. Was liefern Sie ihm?
 - A) Einen PC mit Small-Form-Factor-Gehäuse
 - B) Ein Notebook mit Small-Fit-Form-Eigenschaften
 - C) Ein Smartphone mit Secure Form Fixation – einem schraubenlosen Gehäusedesign
 - D) Eine intelligente Uhr mit SFF-Logo, dem Nachweis für wasserdichte Gehäuse
5. Was fehlt bei den Convertibles typischerweise in der Ausstattung?
 - A) WLAN-Fähigkeit
 - B) Grafikchip
 - C) DVD-Laufwerk
 - D) Festspeicher
6. Welcher Computertyp kann einem Firmenkunden empfohlen werden, wenn seine Mitarbeitenden mehrheitlich mit zentralisierter Software arbeiten?
 - A) Thin Client
 - B) CAD-Workstation
 - C) Heimserver
 - D) Gaming-PC
7. Welche Gerätekategorie ist nach den Ultrabooks mit viel Leistung und leichtem Gewicht als neue Geräteklasse auf den Markt gekommen?
 - A) Neobooks
 - B) Convertibles
 - C) Tetrabooks
 - D) Tablets
8. Was ist eine typische Funktion von Tablet-Computern?
 - A) Sie können Blu-ray abspielen.
 - B) Sie werden mit Festplatten für das Speichern von Musik ausgestattet.
 - C) Sie verfügen über WLAN und sind optimiert, um immer online sein zu können.
 - D) Sie verfügen über sehr viel Software, damit man keinen Office-Computer mehr benötigt.
9. Welche Aussage ist richtig?
 - A) Ein Petabyte stellt die größere Einheit als ein Terabyte dar.
 - B) Ein Petabyte stellt die kleinere Einheit als ein Terabyte dar.
 - C) Ein Petabyte stellt die kleinere Einheit als ein Gigabyte dar.
 - D) Ein Terabyte stellt die kleinere Einheit als ein Gigabyte dar.

10. Welchen Begriff ordnen Sie mobilen Telefonen zu?

- A) SFF
- B) PDA
- C) Core Ultra
- D) Smartphone

Einblick in die Systemarchitektur

CompTIA-Prüfungsziele, die in diesem Kapitel behandelt werden:

Für das Examen 220-1201

- 3.3 Vergleichen und unterscheiden Sie verschiedene RAM-Eigenschaften
- 3.5 Installieren und konfigurieren Sie in einem bestimmten Szenario Motherboards, CPUs und Zusatzkarten
- 3.6 Installieren Sie in einem bestimmten Szenario das entsprechende Netzteil

Die Hauptplatine, auch als Mainboard oder Motherboard bezeichnet, ist die wichtigste Basiskomponente im Innern eines Computers – unabhängig davon, ob es sich um einen Desktop-Rechner oder ein Convertible handelt. Die Hauptplatine stellt sowohl die Rechen- als auch die Schaltzentrale eines jeden heutigen Computersystems dar.

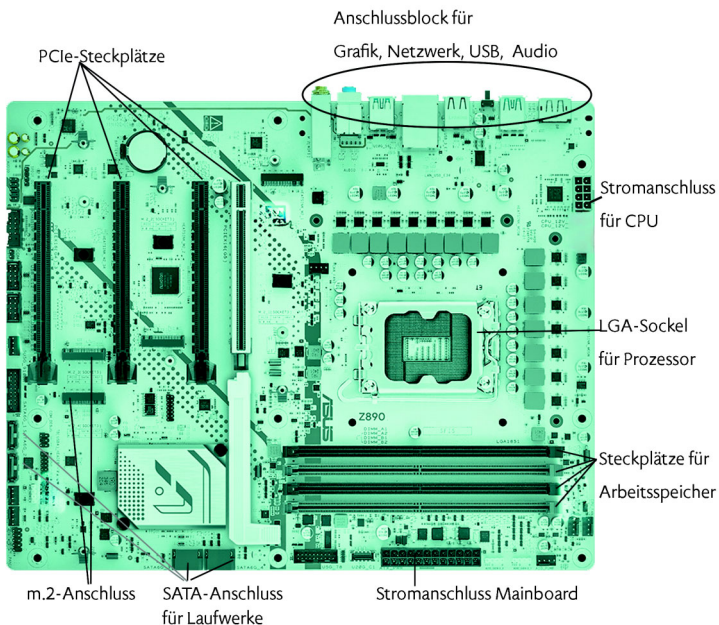


Abb. 4.1: Mainboard mit den wichtigsten Anschlüssen

Auf dem Mainboard sind daher zahlreiche Komponenten untergebracht, meist in Form von einzelnen Bausteinen, Chips genannt, oder in Form von Schnittstellen, mit denen man weitere Komponenten verbinden kann, wie z.B. eine Grafik- oder eine Netzwerkkarte. Auch die Schnittstellen für die Speichergeräte wie SSDs oder DVD-Laufwerke sind häufig auf dem Mainboard angebracht.

Im Folgenden werden die wichtigsten Chips und Komponenten des Motherboards erläutert. Für Desktops und mobile Geräte gelten dabei im Grunde genommen dieselben Fakten, nur ist bei den mobilen Geräten alles kompakter konzipiert.

4.1 Die Systemzentrale: Der Prozessor

Moderne Prozessoren sind keine Einzelkämpfer mehr, sondern verteilen ihre Aufgaben auf verschiedene Komponenten. Da ist zum einen die klassische zentrale Einheit, die umgangssprachlich als Central Processing Unit (CPU) oder eben Prozessor bezeichnet wird. Ebenso wichtig sind jedoch weitere Verarbeitungseinheiten wie die GPU (Graphics Processing Unit) oder NPU (Neural Processing Unit). Dazu kommen Funktionen, die in eigene Controller ausgelagert und über ein Bussystem mit der CPU verbunden werden.

Nicht alle Funktionen, die im Folgenden beschrieben werden, sind auch wirklich mit den angegebenen Bezeichnungen als eigene Bausteine auf dem Motherboard zu finden. Die Chipindustrie befindet sich in einem dauernden Entwicklungs- und Miniaturisierungsprozess. Deshalb werden mehrere Funktionalitäten zu Multifunktionschips zusammengefasst.

Der zentrale Prozessor wird in einen Sockel auf dem Mainboard montiert. Unterschiedliche Prozessoren verlangen dabei nach unterschiedlichen Sockeln, da (fast) jede Prozessorenfamilie wieder eine andere Anzahl Verbindungen aufweist.

Die CPU beeinflusst maßgebend die Leistungsfähigkeit des PC. Die wichtigsten Funktionen im Rechner werden durch diesen Chip gesteuert oder ausgeführt. Fast alle Zugriffe auf den Speicher, Schreib- und Leseoperationen, Ansteuerungen usw. erfolgen durch die CPU und ihre weiteren Prozessoren oder werden durch sie koordiniert.

Die Entwicklung von CPUs im PC-Bereich ist maßgeblich die Geschichte der Firmen Intel und AMD. In den letzten Jahren treten zudem Qualcomm und (nach längerer Abwesenheit erneut) Apple mit eigenen Prozessoren aktiv im Markt auf.

In Zeiten, wo vieles nicht mehr am PC oder Notebook, sondern direkt auf dem Smartphone, dem Tablet oder einem IoT-Gerät erledigt wird, müssen Sie den Blick allerdings noch etwas weiter öffnen. Denn »unterhalb« von Intel und AMD gibt es schon lange einen Hersteller, der sich in diesem Segment festgesetzt hat: die Firma ARM. Die Firma ARM (mittlerweile Teil eines japanischen Konzerns) ent-

wickelt Prozessoren auf der nach ihr benannten ARM-Architektur. Diese werden anschließend an verschiedene Hersteller lizenziert und von diesen gebaut. Dies sind namhafte Firmen wie 3Com, AMD, Apple, IBM, Infineon, Qualcomm, Samsung, Toshiba oder auch Texas Instruments. Während die einen Firmen direkt die Chipdesigns von ARM lizenzieren, benutzen andere lediglich eine sogenannte ARM-Architekturlizenz. Zu diesen Firmen gehören Apple, Samsung und Qualcomm, die basierend auf dieser Lizenz eigene Prozessoren entwickeln wie etwa Qualcomms Snapdragon oder den Samsung Exynos. Intel wird im Niedrigpreis-Segment weiterhin auch die Prozessoren Celeron und Pentium vermarkten.

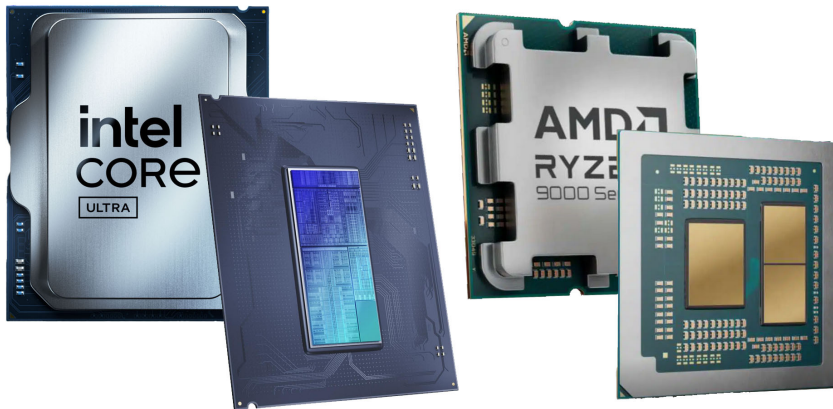


Abb. 4.2: Intel-Core Prozessor sowie ein AMD-Ryzen-Prozessor (© AMD und Intel)

Prozessoren definieren ihre Leistungsfähigkeit hauptsächlich über die Anzahl ihrer Transistoren. Je mehr dieser Einheiten als Schalt- und Steuerelemente verfügbar sind, desto mehr zeitgleiche Berechnungen sind dem Prozessor möglich. Ein weiteres Element ist die Taktrate des Prozessors, das heißt, wie schnell die Berechnungen durchgeführt werden können. Weitere Faktoren sind die Größe des Zwischenspeichers für häufig verwendete Befehle (Cache) oder der Integrationsgrad von sekundären Prozessoren wie der Grafikeinheit (GPU) oder der neuronalen Berechnungseinheit (NPU). Nicht zuletzt müssen für die Leistungsermittlung auch die Anzahl und der Zweck der Kerne mitberücksichtigt werden.

Die Zahl der unterschiedlichen Prozessoren ist über die Jahre schier unendlich geworden. Als Autor habe ich mich an dieser Stelle entschieden, mit der vorletzten Auflage auf die endlosen Tabellen von Prozessoren zu verzichten, sie besitzen weder Sach- noch didaktischen Wert für Sie – und sind immer veraltet.

Stattdessen widme ich mich dem Verständnis und der Konzeption von Prozessoren in modernen Systemen und verweise Sie auf Quellen im Internet, falls Sie diese Thematik detailliert studieren möchten. Es gibt dort z.B. die englische Wiki-

pedia-Seite oder die Herstellerseiten selber mit zahlreichen Informationen oder auch wikichip.org als interessante Ergänzung.

Eine sehr eindrucksvolle Entwicklung ist die immer höhere Transistorendichte und damit eben auch die immer größere Leistungsdichte einer CPU. Kam der Intel 8086 im Jahre 1978 noch mit 29.000 Transistoren aus, verfügte ein Intel 486DX elf Jahre später schon über 1,2 Mio. dieser Schaltungen und der erste Pentium-4-Prozessor im Jahr 2000 schon über deren 42 Mio. Heute sind wir mit den Intel Core Ultra bzw. der 5. Generation von Ryzen-Prozessoren von AMD bei ca. 18 Milliarden von Transistoren angekommen. Und damit die Chips deswegen nicht immer größer werden, wurde auch die Baudichte laufend erhöht. Lag die Strukturweite beim erwähnten 8086 noch bei 1 µm, sind wir heute bei Fertigungsbreiten von 5 und neu 3 nm (Nanometern) für solche Schaltungen.

Zugleich zeigen diese Baudichte und die (zunehmenden) Verzögerungen neuer Entwicklungsschritte auch die Problematik moderner Systemprozessoren an: Sie erreichen physikalische Grenzen, die nur noch aufwendig zu optimieren sind. Oder montieren Sie doch mal auf ein paar Quadratmillimetern Fläche eine Milliarde Schaltungen und sorgen Sie dann noch dafür, dass nichts defekt ist, nichts stört und durch den Stromfluss all dieser Schaltungen keine zu große Hitze entsteht!

Zur Illustration diene auch folgendes ältere Bild, das gut aufzeigt, was alles auf einer sogenannten »CPU« der Kaby-Lake-Generation montiert ist:

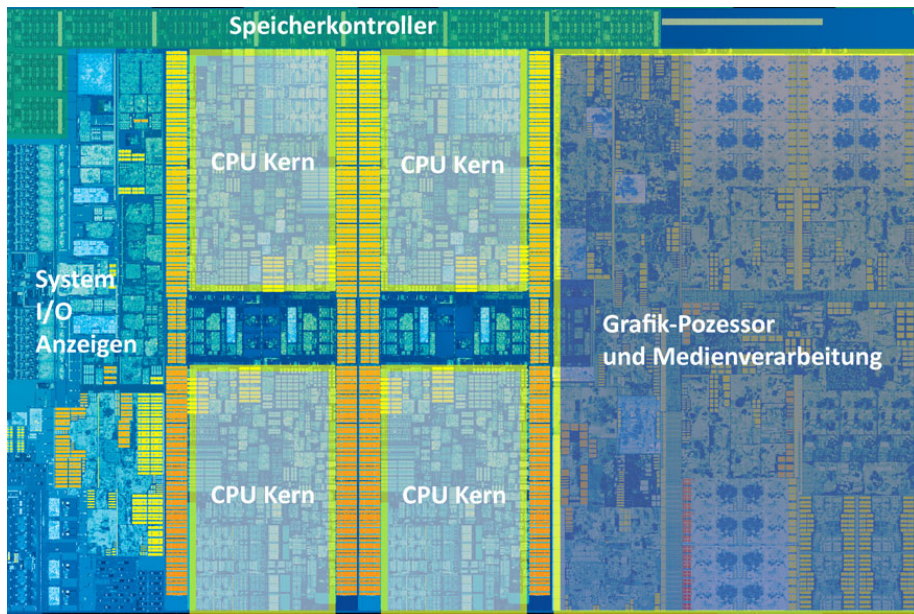


Abb. 4.3: Aufbau einer Mehrkern-Intel-CPU (© Intel Corporation)

Erklärungen:

- Core ist jeweils ein Kern, hier also eine Vierkern-CPU.
- Der Cache wird von allen vier Kernen genutzt.
- Daneben befindet sich der Grafikprozessor.
- Der Chip als Ganzes misst noch 177 mm².

Wenn Sie sich jetzt eine aktuelle Prozessoren-Komposition wie diejenige von Intel Core Ultra ansehen, dann wird dies alles noch wesentlich umfangreicher (s. Abbildung 4.4).

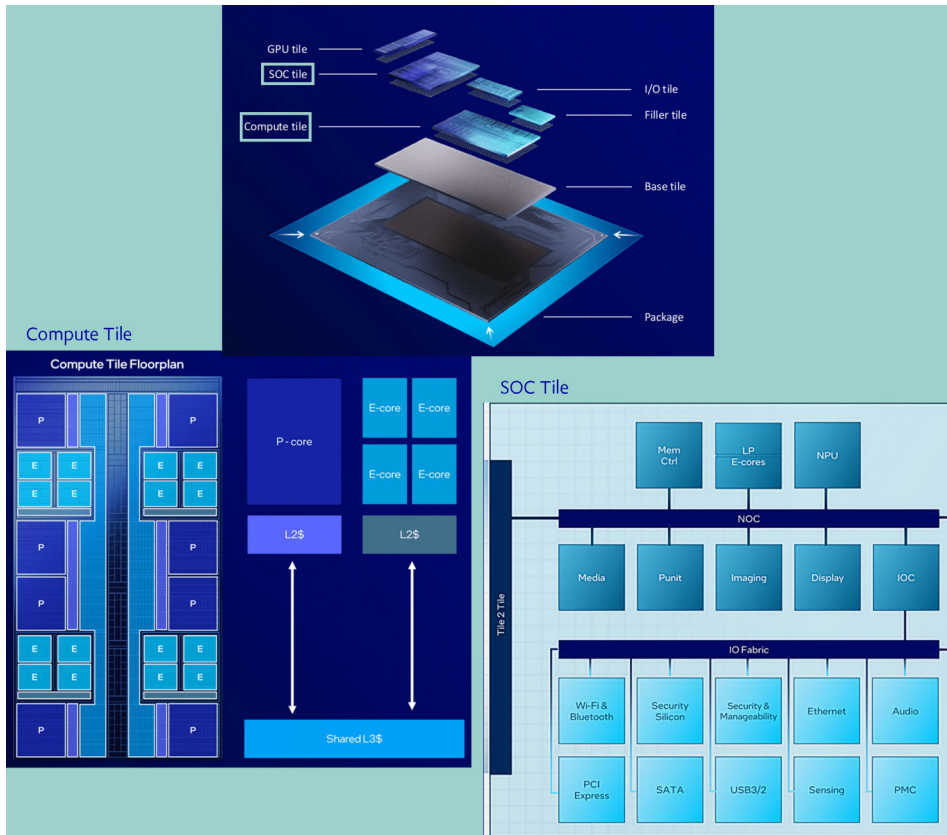


Abb. 4.4: Aufbau einer aktuellen Mehrkern-Intel-CPU (© Intel Corporation)

Sie sehen in der Grafik jede Menge Abkürzungen, daher folgen hier die einzelnen Abschnitte noch einmal genauer erläutert.

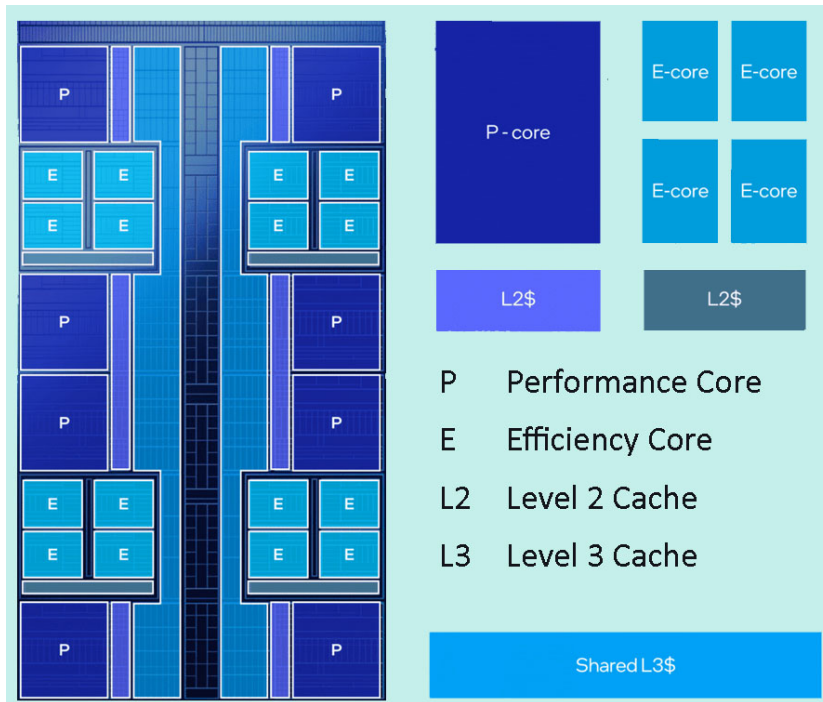


Abb. 4.5: Recheneinheit einer Core Ultra, das, was wir früher »CPU« nannten (© Intel Corporation)

Sie sehen in der Grafik, dass sich verschiedene Kerne auf der Recheneinheit befinden, namentlich Performance-Kerne (Performance Cores) und Effizienz-Kerne (Efficiency Cores).

Performance-Kerne sind ausgelegt auf hohe Leistung und Verarbeitungsgeschwindigkeit. Demzufolge sind sie höher getaktet und für komplexe Aufgaben zuständig. Dafür benötigen sie auch mehr Strom und produzieren mehr Wärme.

Die Effizienz-Kerne verbessern daher vor allem die Leistungseffizienz einer CPU, denn sie können Aufgaben im Hintergrund oder mit geringer Komplexität ohne großen Stromverbrauch erledigen, wie etwa einfaches Browsing im Web oder Textaufgaben.

Durch die Kombination von Performance- und Effizienzkernen soll somit erreicht werden, dass die CPU leistungsfähig ist und dennoch energieeffizient.

Auf dem System on a Chip, kurz SoC sind seinem Namen entsprechend zahlreiche weitere Funktionen und Schnittstellen enthalten.

Vieles, was Sie auf dieser SoC-Einheit sehen, war früher auf einem externen Chipset auf dem Mainboard implementiert. Auch hier finden Sie endlos neue Fachbegriffe, die wichtigsten erläutere ich Ihnen an dieser Stelle.

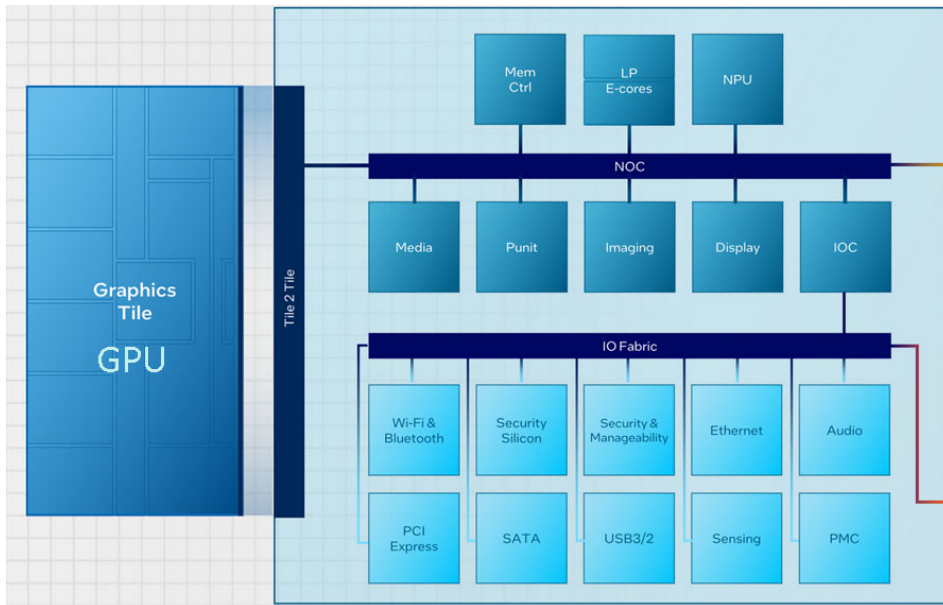


Abb. 4.6: SoC-Einheit einer Core Ultra (© Intel Corporation)

Ganz links sehen Sie die Verbindungen zur GPU – diese ist nicht Teil des SoC, sondern eine eigene Prozessoreinheit, die Grafische Verarbeitung, früher lange Zeit durch eine Grafikkarte wahrgenommen, ist sie heute oft fester Bestandteil der Gesamt-CPU.

Auf dem SoC selber finden Sie den Arbeitsspeichercontroller (Mem Ctrl), weitere Effizienz-Kerne für spezielle Anforderungen mit sehr wenig Energiebedarf, die Ansteuerung von verschiedenen Schnittstellen (Media, Bildschirme etc.) und die mittlerweile oft diskutierten NPUs. Eine NPU, neuronale Prozessor Unit, ist eine weitere Spielart von Prozessorkernen. NPUs sind für die parallele Verarbeitung von großen Datenmengen spezialisiert. Sie kommen daher im Zusammenhang mit der künstlichen Intelligenz (KI) zum Tragen.

NPUs verfügen technisch über Multiplikation-, Additions-, Dekomprimierungs- und 2D-Datenoperationsmodule. Damit sind sie für parallele Berechnungen optimiert und finden sich im Bereich von Machine Learning oder Verarbeitung von Multimedia-Daten effizienter und mit weniger Leistungsaufnahme optimal eingesetzt.

Mit den NPUs ist auch eine neue Leistungskennzahl eingeführt worden. Bescheiden bezeichnet sie Trillions of Operations per Second, zu Deutsch Billionen von Berechnungen pro Sekunde, der Fachbegriff nennt sich TOPS.

Und hier zeigt sich denn meines Erachtens auch eine Krux der aktuellen Entwicklung. NPUs sind im Normalfall Bestandteil einer CPU-Gesamteinheit. Aber wäh-

rend sich die Kern-Prozessoren in einem System gerne mal drei oder fünf Jahre bewähren, ist die Entwicklung der NPU-Leistung aktuell.

Ein PC mit KI-Fähigkeiten hatte 2023 rund 2 TOPS, ein Jahr später waren es bereits 10 bis 12 TOPS und aktuell laufen Geräte vom Band mit bis zu 40 TOPS (Qualcomm Snapdragon+). Und je mehr TOPS, desto effizienter können KI-bezogene Aufgaben gelöst werden.

Es wird interessant zu sehen sein, inwieweit sich dies in naher Zukunft auf die Lebenserwartung von Systemen auswirken wird.

4.1.1 CPU und Architektur

Trotz ihrer Komplexität stehen Prozessoren nicht isoliert zur Verfügung. Sie sind Bestandteil einer Architektur, die die Hersteller als Gesamtes entwickeln.

So sind Intel Core Ultra oder AMD oder Qualcomm Snapdragon Bestandteil einer jeweiligen Architektur, die sich entweder Alder Lake oder ZEN oder ARM v9 nennt.

Die Architekturen besitzen also andere Bezeichnungen als die Prozessoren selber. Das hängt auch damit zusammen, dass eine Architektur oft eine längerfristige Konzeption ist, die mit Anpassungen auch mehrere Prozessorgenerationen überdauern kann. So gibt es z.B. AMD Zen schon in Versionen bis Zen6, oder Intel benennt seit Jahren ihre Architekturen nach Lakes, also Seen, von Tiger Lake über Alder Lake bis aktuell Lunar Lake. Gerade prosaisch tönen da die ARM-Architekturen, die simpel auf den Namen v9 hören.

Die Leistungsunterschiede von Generation zu Generation sind sicherlich vorhanden, oftmals spielen aber andere Faktoren wie Stromverbrauch, Integration von Funktionen neuerer GPU-Funktionen, leistungsoptimierter NPUs oder neueren Schnittstellenstandards eine ebenso wichtige Rolle. Von daher ist es längst nicht mehr so, dass Sie einfach sagen können, ob Sie eine neue Entwicklungsstufe von Intel auch direkt nutzbringend bzw. leistungssteigernd in Ihren Systemen in Ihrem konkreten Aufgabenbereich umsetzen können.

Wie Intel baut auch AMD unterschiedliche Prozessoren für Desktops, Notebooks oder Hochleistungssysteme. Und nachdem bislang vor allem die Intel-Architektur und -Prozessoren beschrieben wurden, lohnt sich auf jeden Fall ein Blick auf die aktuellen AMD-Entwicklungen. Bei den Prozessen finden Sie aktuell verschiedene Ausführungen und Generationen von AMD Ryzen, AMD Ryzen Pro und AMD EPYC. Architekturtechnisch ist AMD bei ZEN-Generation 6 angelangt.

AMD-CPU's finden Sie überdies auch in den Konsolen von Sony und Microsoft (Playstation 5 und die aktuelle X-Box Series X).

AMD-Prozessoren setzen einen etwas anderen Schwerpunkt als Intel. So liegt nach einheitlicher Bewertung verschiedener Tests ihre Stärke in der höheren

Anzahl Kerne und der effizienteren Multithreading-Leistung. Sie sind somit bei hohen Anforderungen an die Rechenleistung unter Umständen die bessere Wahl. Mit der Serie Ryzen AI verfügt auch AMD mittlerweile über Prozessoren mit eigener NPU.

Sowohl von Intel als auch von AMD gibt es eine große Zahl von Prozessoren. Im Low-End-Bereich sind dies die »wiederbelebten« Bezeichnungen von Intel Pentium bzw. AMD Athlon, im Bereich der mobilen Endgeräte die Intel-Core-i-Versionen in Mobile-Ausführungen bzw. die AMD-Ryzen-Serie mit integrierter Grafik. Übersichtlicher ist die Angelegenheit bei Apple, da die Prozessoren nur für die eigenen Systeme entwickelt werden und sich aktuell an der M1-Architektur ausrichten mit dem M1 Ultra an der Leistungsspitze. Dieser wiederum wird demnächst durch die M2-Architektur und deren Prozessoren abgelöst.

Es ist nicht ganz einfach, hier den Überblick zu behalten, zumal im Takt von rund einem halben Jahr neue Generationen bzw. »Refresh«-Versionen auf den Markt geworfen werden.

Im Folgenden daher eine kleine Übersicht zur Orientierung. Im Einzelfall müssen Sie aber auf jeden Fall die Herstellerseiten konsultieren, damit Sie ein vollständiges Bild erhalten.

| Architektur- und Prozessoren-Übersicht | | |
|---|---|---|
| Einsatzgebiet | Architektur | Herstellerbezeichnungen |
| Smartphones | ARM-Architektur Apple A-Serie | Snapdragon, MediaTek, Exynos |
| Tablets | ARM-Architektur Apple A-Serie | Snapdragon, MediaTek, Exynos |
| Convertibles, Notebooks, PC - low End | Intel Comet Lake (Pentium) Intel Meteor Lake | Intel Pentium, Core i3, Core Ultra 3 AMD Athlon, Ryzen 3 Qualcomm Snapdragon+ |
| Convertibles, Notebooks, PC - Business | Intel Lunar Lake AMD Zen 5 und Zen 6 ARM v9 | Intel Core i5, Core Ultra 5 AMD Ryzen 5 und Ryzen 7 Qualcomm Snapdragon X Elite |
| Convertibles, Notebooks, PC - High End | | Intel Core i7 / i9, Core Ultra 7 / 9 AMD Ryzen 9 und Ryzen Pro Qualcomm Snapdragon X Plus |
| Workstations | Intel oder AMD | Intel Core Ultra H oder Xeon AMD Ryzen Pro / Threadripper |
| Server | Intel oder AMD | Intel Xeon bzw. AMD EPYC |
| Apple Desktops | Eigene M5-Architektur mit Apple M5-Prozessoren | |

Tabelle 4.1: Architektur und Prozessoren nach Einsatzgebiet

Achten Sie bei der Auswahl eines Prozessors sorgfältig auf die entsprechenden Baureihen, denn nur durch die exakten Bezeichnungen können Sie unterscheiden, ob es sich um einen älteren oder um einen neueren Prozessor handelt. Dies beeinflusst zum einen die reine Rechenleistung, aber auch die Taktrate des Systembusses sowie den Stromverbrauch.

4.1.2 Die Sache mit den Kernen

Über viele Jahre waren CPU und Prozessorkern ein und dasselbe. Jede CPU verfügte über *einen* Prozessorkern. Mit der Hyper-Threading-Technologie (HT) versuchte Intel erstmals, diese starre Zuordnung zu ändern. Hierbei werden intern parallel arbeitende Pipeline-Stufen mehreren parallelen Befehls- und Datenströmen zugeteilt. So kann die CPU besser ausgelastet werden. Für die Software verhält sich ein HT-System wie ein symmetrisches Multiprozessorensystem, das heißt, das Betriebssystem sieht zwei (logische) Prozessoren, die es mittels seiner eigenen Multiprozessorverfahren verwalten kann. Diesen logischen Prozessoren werden dann einzelne Ausführungsstränge, sogenannte »Threads« zugeteilt. Der nächste logische Schritt war dann, tatsächlich mehrere physische Kerne auf einer einzigen CPU zu implementieren. Von da an war die Rede von Kernen statt einer CPU. Auf Deutsch bedeutet dies, eine CPU kann 2 oder 8 oder mehr Kerne, englisch Cores, enthalten.

Das Hyper-Threading ist deswegen nicht verschwunden. Damit also alles nicht zu einfach wird: Jetzt haben Sie physische und logische Cores auf einer CPU. Die physischen sind effektiv verbaute Cores, die logischen mittels HT zugeteilte Kerne. Die Hyper-Threading-Technologie kommt in den aktuellen Baureihen der Intel Core Ultra-Architektur wie auch bei AMD oder auch Apple und ARM zum Tragen. Allerdings treffen Sie heute eher den Begriff Multithreading an.

Wie Sie in den bisherigen Ausführungen schon gesehen haben, existieren mittlerweile nicht nur Systeme mit 8, 16 oder bis zu 128 Kernen (AMD EPYC), sondern jetzt haben Sie auch noch Performance-Kerne, Effizienz-Kerne und NPU-Kerne – nicht zu vergessen, die integrierte grafische Einheit, die GPU, die zwar nicht immer, aber doch bei vielen Modellen direkt verbaut ist.

Welche CPU wie viele Kerne und wie viele Threads aufweist, sehen Sie heute nur noch, wenn Sie die Spezifikationen lesen – oder schließen Sie aus der Bezeichnung »Ultra 285H« auf 16 Kerne und 16 Threads oder beim Ryzen 7 Pr0 4750 auf 8 Kerne und 16 Threads?

Halten Sie sich im Bedarfsfall daher an die Webseiten der Hersteller, um sich präzise zu informieren. Sehen Sie sich nur mal die folgenden unterschiedlichen Werte an.

| Ein wenig Einblick in die Prozessoren-Szene | | | | | |
|---|---------|---------|---------------|-----------|---------------|
| Modell | P-Cores | E-Cores | Threads total | L2-Cache | Basisfrequenz |
| AMD Athlon 3000G | 2 | 0 | 4 | 1 MB | 3.5 GHz |
| AMD Ryzen 7 7800X3D | 8 | 0 | 16 | 8 MB | 4.2 GHz |
| AMD Ryzen Threadripper 9995WX | 96 | 0 | 192 | 96 MB | 2.5 GHz |
| Intel Core i9-14900K | 8 | 16 | 24 | 2 MB/Core | 2.4 GHz |
| Intel Core Ultra 7 155H | 6 | 10 | 22 | 2 MB/Core | 0.9 GHz |
| Intel Core Ultra 9 285K | 8 | 16 | 24 | 3 MB/Core | 3.7 GHz |
| Intel Pentium Gold 7400 | 2 | 0 | 4 | 2.5 MB | 3.5 GHz |
| Qualcomm Snapdragon X Elite | 12 | 0 | 12 | 12 MB | 3.8 GHz |

Tabelle 4.2: Architektur und Prozessoren mit ihren Eigenschaften

4.1.3 Seenlandschaften und Zen

Die Intel Core-i-Architektur, die 2008 eingeführt wurde, übernahm ab der Generation 6 die Bezeichnung von Seen als Namensgeber für die jeweilige Architektur-Generation. Das begann mit Skylake (Intel Core i-Gen 6) und ging dann über Kaby Lake usw. bis zu Meteor Lake für die 14. und letzte Generation Intel Core-i-Architekturen und jetzt Arrow Lake, die zweite neuere Generation von Intel Core Ultra.

Die Core i-Prozessoren werden in verschiedene Familien unterteilt, die sich je nach Leistung und Einsatzgebiet unterscheiden. Die Nummerierung geschieht dabei von der Idee her aufsteigend, i3 im unteren Leistungssegment, i5 und i7 im mittleren und oberen Segment. High-End-CPUs hören auf den Namen i9, je nachdem sogar mit Zusatz »K« oder »KF« oder »KS«, die entweder übertaktet werden können oder von sich aus über eine höhere Taktrate verfügen, so z.B. der Core i9-14900KS. Da jede dieser Familien aber wieder verschiedene Modelle kennt, muss genau auf die Bezeichnung geachtet werden. Und wie immer – alles ändert sich laufend. Wenn Sie für eine Anschaffung oder Umrüstung also präzise Informationen benötigen, helfen Ihnen nur die aktuellen Webseiten der Hersteller selber zuverlässig weiter.

Mittlerweile ist die Intel Core-i-Architektur zwar noch am Markt vertreten, technisch aber »Geschichte«, da mit der Arrow Lake-Generation die erste vollständige Generation von Core Ultra-Prozessoren für Desktop und mobile Geräte erschienen ist. Sie nennt sich Core Ultra Generation 2 – Generation 1 war nur ein Zwischenschritt einzig für mobile Geräte.

Wie schon in den vorhergegangenen Entwicklungsschritten der Architekturen wird das Augenmerk auf Funktionalitäten außerhalb der eigentlichen Rechenleistung der CPU gelegt. Dazu gehören laufende Verbesserungen der Grafik, Vergrößerung des Cache-Speichers, die Förderung der Energieeffizienz und seit Neuem eben die Anordnung und Optimierung einerseits von P-Cores und E-Cores und andererseits die immer effizienteren NPU-Einheiten.

Bereits mit Alder Lake wurde zudem die Unterstützung von DDR5-RAM eingeführt. Auch neue W-LAN- und USB-Standards auf dem Mainboard sind typische Veränderungen von Generation zu Generation.

Die aktuellen AMD-Prozessorarchitekturen werden mit dem Begriff Zen und einer aufsteigenden Generationsnummer bezeichnet. Sie bringen eine ganze Reihe verschiedener Prozessoren mit und ohne integrierte Grafikeinheiten mit. Auch AMD-CPU's unterstützen DDR5-RAM und sind in Bezug auf Leistung den Pendanten von Intel gemäß unterschiedlichsten Testberichten ebenbürtig. Das zeigt sich auch daran, dass etliche Hersteller von Systemen wie Dell, HP oder Lenovo auch AMD-Prozessoren in ihre Systeme verbauen, sowohl in mobile Geräte als auch in Desktops.

Nicht zuletzt wird auch die Sicherheit immer stärker bereits in der Chip-Architektur verankert.

So setzt etwa AMD auf eine integrierte Sicherheitstechnologie mit dediziertem Hardware-Sicherheitschip. Dieser bei AMD »AMD Secure Processor (ASP)« genannte Chip kann etwa Prozesse und Daten isolieren, damit die Firmware nicht unerlaubt angegriffen werden kann. Der ASP authentifiziert zudem beim Start geladene Firmware und lässt nur authentifizierte Prozesse starten – bevor die BIOS-Steuerung überhaupt an das Betriebssystem übergeben wird. So wird eine mehrschichtige Sicherheit ab Systemstart erreicht. Vergleichbares lässt sich vom TPM-Konzept bei Intel sagen (dazu später mehr in Abschnitt 30.1.3 »Trusted Platform Module«).

4.1.4 Sockel für Prozessoren

Jeder Prozessor benötigt seinen passenden Sockel (englisch *socket*). Dabei werden vom Montageverfahren her für steckbare CPUs Pin Grid Array (PGA) und Land Grid Array (LGA) unterschieden. Bei PGA verfügt der Sockel über ein Raster von Stecklöchern und der Prozessor über schmale Stifte, die passend in den Sockel eingesteckt werden. Beim LGA hat der Sockel federnde Kontaktstifte, die die Kontaktflächen an der CPU abgreifen. Der Prozessor wird beim LGA-Sockel also nicht mehr eingesteckt, sondern auf den Sockel aufgelegt und dann mit Hebeldruck an die Kontaktflächen angepresst.

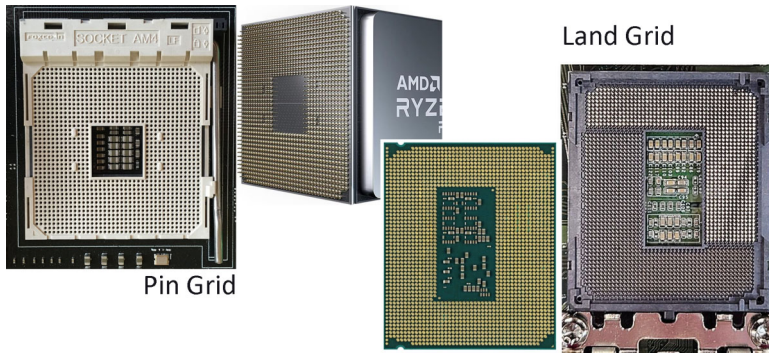


Abb. 4.7: Links ein PGA-Sockel und ein PGA-Prozessor, rechts dasselbe in LGA

Sowohl PGA als auch LGA werden auch als FCPGA bzw. FCLGA bezeichnet, wobei das vorangestellte FC für Flip Chip steht. Bei dieser bestimmten Art des Verbindungsaufbaus wird der Chip direkt ohne weitere Anschlussdrähte mit der aktiven Kontaktierungsseite nach unten zum Schaltungsträger hin montiert.

Da bei den mobilen Systemen die Prozessoren meist direkt aufgelötet und nicht gesteckt werden, gibt es hierfür die Bezeichnung BGA (Ball Grid Array). Mobile CPUs verfügen in der Regel über solche FCBGA-Sockel.

In den Fällen PGA und LGA werden ZIF-Sockel eingesetzt. ZIF steht für Zero Insertion Force. Der Prozessorsockel dabei wird mit einem Hebel ver- und entriegelt, sodass der Prozessor ohne Kraftaufwand eingesetzt werden kann. Bei BGA dagegen sind die CPUs durch das Festlöten »montiert« und können nicht ohne Weiteres ersetzt werden.

Die Sockel selber werden in der Regel nach der Anzahl ihrer Pins bezeichnet, also beispielsweise Intel Socket 1700 oder Intel Socket 1851. Bekannte aktuelle Sockel für Notebook- und Desktop-Rechner sind zurzeit:

| Socket | Bauart | Geeignet für |
|---------------|--------|----------------------------------|
| FCLGA1700 | LGA | Intel Alder Lake und Raptor Lake |
| FCLGA1851 | LGA | Intel Arrow Lake |
| LGA 4710 | LGA | Intel Xeon 6 |
| Socket AM4 | PGA | AMD-Zen-Serie bis Serie Zen 3 |
| Socket AM5 | LGA | AMD-Zen-Serie ab Zen 4 |
| SP5 – LGA6096 | LGA | AMD EPYC-Serie |

Tabelle 4.3: Übersicht aktuelle Sockel für CPUs

4.1.5 Die technische Funktion der CPU

Die CPU wird auch ALU – Arithmetisch-Logische Einheit (englisch *unit*) – genannt. Dies bezeichnet ihre Kernfunktion: Rechnen.

Diese Aufgabe nimmt sie durch ein Rechenwerk wahr, das mit einer Taktrate versehen wird. Diese wird dann als CPU-Takt bezeichnet.

Die Taktrate der CPU wird in Megahertz oder Gigahertz gemessen. Sie gibt an, wie viel Millionen (bzw. eben Milliarden) Mal pro Sekunde der Prozessor Anweisungen abarbeiten kann.

Die Bitrate (bzw. Bitbreite oder Datenpfad) gibt an, wie viele Bit der Prozessor auf einmal verarbeiten kann. Die interne Bitrate gibt dabei an, welche Datenbreite der Prozessor selber verarbeiten kann. Die externe Bitrate beschreibt, mit welcher Datenpfadbreite die externen Geräte angesteuert werden. Hier sprechen wir von 64-Bit-Busbreite bei allen aktuellen Prozessoren.

Der Cache ist der Arbeitsspeicher, der im Prozessor selber integriert ist. Mehr dazu erfahren Sie im nächsten Abschnitt.



Abb. 4.8: So sieht ein Layout einer CPU aus (Quelle: AMD).

Der Programmcode definiert, welche Art von Befehlssequenzen der Prozessor verwendet. Es gibt zurzeit zwei unterschiedliche Verfahren: CISC und RISC. Der Unterschied zwischen der RISC- und der CISC-Technologie besteht in der direkt im Prozessorchip enthaltenen Anzahl von Anweisungen (Instruction Set).

RISC-Prozessoren (Reduced Instruction Set Computer) sind auf einen ziemlich einfachen Instruction Set beschränkt, der in einem einzigen Taktzyklus ausgeführt werden kann. Dadurch sind sie zu einer schnellen Verarbeitung bei unkomplizierten Berechnungen in der Lage. Sie sind einfacher (und darum billiger) zu produzieren. Intels Itanium war ein solcher RISC-Prozessor und auch für die Apple M1-Architektur gilt dies (RISC-V).

Sowohl AMD als auch Intel verwenden aktuell CISC-Prozessoren mit RISC-artigen Erweiterungen, die klassische Unterscheidung greift hier nicht mehr.

Wichtig ist auch, zu wissen, dass Desktop- und Notebook-Prozessoren unterschiedliche Ziele verfolgen. Während die Desktop-Prozessoren stärker auf Leistung optimiert sind, spielen bei Notebook-Prozessoren Faktoren wie die Wärmeentwicklung und der Stromverbrauch eine wesentlich größere Rolle, daher auch die unterschiedlichen Entwicklungsreihen bei AMD und Intel, die sich jeweils in Namenszusätzen wie »U« für Ultra Efficiency oder »Y« für besonders stromsparend zeigen. Auf der anderen Seite der Skala sind dann Suffixe wie »K« für hohe Leistung oder »HX« für höchste Leistung anzutreffen.

4.1.6 Der Cache

Grundsätzlich ist der Arbeitsspeicher für die Speicherung von Daten und Anweisungen zuständig, die der Prozessor im laufenden Betrieb benötigt. Aber dieser Speicher ist im Verhältnis zu den Kapazitäten einer CPU sehr langsam. Daher haben Prozessoren seit vielen Jahren einen Zwischenspeicher, den Cache. Dieser Cache ist auf dem Prozessor oder auf einem separaten Chip beim Prozessor lokalisiert. Da der Platz auf einer CPU beschränkt ist, ist der Cache wesentlich kleiner als der Arbeitsspeicher, aber er ist eben auch wesentlich schneller verfügbar.

Der Hauptzweck von Cache ist somit die Optimierung der Leistung eines Systems durch die rasche Zwischenspeicherung häufig verwendeter Daten oder Anweisungen. Mittlerweile gibt es verschiedene Level von Arbeitsspeicher, von First Level bis Third Level.

First Level Cache

Der First Level Cache (L1) ist seinem Namen nach als erste Instanz zum Zugriff angelegt. Er wird auf dem CPU-Kern selber verbaut (daher auch der englische Begriff on-die, auf dem Chip) und platzbedingt eher klein, d.h. im Rahmen von KB oder wenigen MB groß.

Dieser Speicher benötigt etwa 60 % der Fläche des Prozessors. In diesem Speicher werden durch den Cache-Manager diejenigen Befehle gespeichert, die der Prozessor am wahrscheinlichsten sofort benutzen wird, das heißt, er arbeitet vom Prinzip her vorausschauend (antizipatorisch) und basiert auf vorhergehenden Routinen. Die Trefferquote liegt dabei im Idealfall bei mehr als 90 %.

Second Level Cache

Dieser Cache-Speicher befand sich früher auf dem Motherboard. Heute befindet er sich ebenfalls auf dem Prozessor selbst. Findet der Prozessor im ersten Takt die entsprechende Information nicht im First Level, so wird diese im nächsten Takt im Second Level (L2) gesucht. Dieser Speicher besteht aus statischen RAM-Bausteinen (SRAM) und ist in der Regel zwischen 64 und mehreren MB groß. Er kann entweder pro Kern (Cache per Core) wie bei Intel eingesetzt werden oder als gemeinsamer Cache wie bei AMD (Shared L2 Cache).

Erst wenn hier die Daten auch nicht gefunden werden, wird entweder im Third Level Cache (L3) oder im langsameren DRAM-Arbeitsspeicher gesucht.

Third Level Cache

Viele Prozessoren verfügen zudem über einen Third Level Cache. Dieser Cache ist funktionell dem Second Level Cache gleich. Er befindet sich zwar außerhalb der eigentlichen CPU, findet heute dennoch auf der gleichen Platine Platz wie diese. Dieser Cache ist zwar etwas langsamer als die beiden vorherigen, durch seine Größe von bis zu 192 MB (AMD Threadripper 3) allerdings sehr groß und nach wie vor schneller als der Zugriff auf den Arbeitsspeicher.

Und nicht zuletzt soll hier erwähnt werden, dass Intel zurzeit daran arbeitet, den Arbeitsspeicher selber auf künftigen CPUs direkt zu integrieren. Dadurch wird der Zugriff auf diesen Speicher wesentlich schneller, aber die Flexibilität geht natürlich verloren, denn auf eine CPU stecken Sie dann kein größeres Speichermodul wie auf einem bisherigen Mainboard.

4.2 Mainboard-Komponenten

Nach den Erläuterungen zu den verschiedenen Prozessoren wenden Sie sich jetzt weiteren Komponenten zu, die Sie im Rahmen einer bestimmten Architektur auf dem Mainboard vorfinden können.

4.2.1 Das Chipset

Als Chipset bezeichnen Sie bei einer Prozessor-Architektur eine Gruppe von Schaltkreisen, die sich um die Verwaltung von verschiedenen Komponenten auf dem Mainboard kümmern. Da es sich um zahlreiche Funktionen handelt, werden dazu meistens mehrere Chips eingesetzt, daher der Name »Chipset«. Chipsets können entweder von den Herstellern der Prozessoren stammen wie z.B. Intel oder AMD, aber auch Firmen wie AMI (American Megatrends) oder verschiedene Lizenznehmer von ARM-Architekturen entwickeln Chipsets.

Zu jeder Architektur und ihrer Prozessorenfamilie wird jeweils ein passendes Chipset entwickelt, um die jeweiligen Anforderungen technisch umzusetzen.

Das Chipset enthält unter anderem die Routinen zur Ansteuerung von Arbeitsspeicher, internen und externen Schnittstellen. Daher benötigen Betriebssysteme jeweils auch eigene Treiber für das installierte Chipset, um diese Ansteuerung korrekt vornehmen zu können.

Dabei sehen Sie bereits im vorhergehenden Kapitel, dass sich die Grenzen dessen, was auf einer Prozessorplatine ist und was im Chipset, sich laufend verändern. So wurde etwa die Ansteuerung von Arbeitsspeicher auf die CPU-Umgebung verlagert oder die Ansteuerung von Monitorausgängen, selbst USB-Ansteuerungen finden sich mittlerweile in Einheiten, die Teil der unterschiedlichen Prozessorarchitekturen sind.

Was bleibt, ist die Funktionalität. Auch wenn es oftmals keine separaten Controller oder Chips mehr sind, viele Funktionalitäten bleiben als solche relevant – egal ob integriert oder separiert. Daher auch die folgenden Erläuterungen.

4.2.2 Der DMA-Controller

Der Direct Memory Access-Controller (DMA) stellt in einem PC einen zweiten, direkten Weg für Schreib- und Leseoperationen zwischen Peripherie und Hauptspeicher unter Umgehung des Prozessors bereit. Er umgeht bei der Anforderung für einen Speicherzugriff durch ein Peripheriegerät die CPU und leitet die Anforderung DRQ (Data Request) direkt an den Hauptspeicher weiter.

Dabei führt der DMA-Controller den Datenaustausch nicht über ein internes Register, sondern direkt über den Datenbus zwischen Peripherie und Hauptspeicher aus. Damit ein Request eindeutig erkannt wird, verfügt der DMA-Controller über mehrere Kanäle, die je einem Gerät zugeordnet werden können.

| DMA-Kanal | Bit-Breite | Einheit |
|-----------|------------|--|
| 0 | 8 | Dynamische Speicherauffrischung Kaskadierung zu Slave (4–7) |
| 1 | 8 | Frei |
| 2 | 8 | Disketten-LW-Controller |
| 3 | 8 | Festplatten-Controller oder Parallel Port (IEEE1284) |
| 4 | 16 | Kaskadierung zu Master (0-3) |
| 5 | 16 | EIDE-Controller, zweiter Kanal |
| 6 | 16 | Frei |
| 7 | 16 | Festplattencontroller |

Tabelle 4.4: DMA-Kanäle

4.2.3 Der Interrupt-Controller

Es gibt verschiedene Komponenten, die an sich verlangen, dass man sie regelmäßig abfragt, ob sie etwas ausführen möchten, so z.B. die Tastatur oder eine USB-Schnittstelle. Dieser Umstand würde bewirken, dass die CPU sehr stark mit solchen Abfragen (Polling) an diversen Komponenten beschäftigt wäre. Dadurch würde die Leistungsfähigkeit der CPU stark leiden, und die Datenübertragungsraten zwischen verschiedenen Komponenten wäre massiv beeinträchtigt.

Aus diesem Grund hat man den Interrupt-Controller 8259A entwickelt und das System des Abfragebetriebes (Polling) in einen vom Gerät her per Anfrage (Interrupt Request) getriebenen Datenaustausch verwandelt.

Folgendes Beispiel verdeutlicht den Vorgang. Empfängt beispielsweise die USB-Schnittstelle Daten, so aktiviert sie ein Signal-IRQ (Interrupt Request), um dem Prozessor anzuzeigen, dass ein Zeichen empfangen worden ist und übergeben werden kann. Dieses Signal wird über den Interrupt-Controller geleitet, der die Unterbrechungsanforderung an den Prozessor auslöst. Da nun die CPU weiß, dass Daten bereitstehen, kann der Interrupt-Controller die Daten lesen und an die CPU weiterleiten.

Der Interrupt-getriebene Datenaustausch wird vorwiegend mit den folgenden Komponenten ausgeführt:

Serielle Schnittstelle, USB, FireWire, Parallele Schnittstelle, Festplatten-Controller, Netzwerkadapter, Tastatur und diverse andere Komponenten.

Heute sind das aber alles »nur« noch implementierte Funktionen im Chipsatz. Sie werden also auf einem modernen Mainboard keine solchen Controllerchips für DMA oder IRQs mehr finden.

Typische Standard-IRQ-Belegung

| IRQ | Belegt durch | IRQ | Belegt durch |
|-----|-----------------------------|-----|--------------------------------|
| 0 | Timer Clock | 8 | Real-Time Clock |
| 1 | Keyboard | 9 | Redirected IRQ2 (Kaskadierung) |
| 2 | Second 8259A (Kaskadierung) | 10 | Frei |
| 3 | COM2: COM4: | 11 | Frei |
| 4 | COM1: COM3: | 12 | PS/2 Maus |
| 5 | LPT2: | 13 | Math Coprocessor |
| 6 | Floppy Disk | 14 | Primary IDE Controller |
| 7 | LPT1: | 15 | Secondary IDE Controller |

Tabelle 4.5: Typische Interrupt-Belegung

4.2.4 Der Taktgeber

Der Taktgeber (Quarz) hat die Aufgabe, die CPU mit dem notwendigen Systemtakt zu versorgen. Für jeden CPU-Typ und jede mögliche Taktfrequenz existieren verschiedene Taktgeneratoren. Die Taktgeneratoren erzeugen aber nicht einen Systemtakt, der von der CPU 1:1 übernommen wird. Der vom Taktgenerator weitergeleitete Takt wird von der CPU am Eingang CLK (clock) empfangen und anschließend je nach Prozessortyp mit einem Multiplikator vervielfacht, um den Basistakt der CPU zu erreichen.

Der Referenztakt aktueller Systeme liegt im Bereich von 100 bis 400 MHz. Mittels Multiplikator wird diese Taktrate zum Basistakt des Systems multipliziert. Mainboards, Arbeitsspeicher und Prozessor finden so einen gemeinsamen oder durch weitere Multiplikatoren gemeinsam teilbaren Systemtakt. Zudem kann diese Taktrate auf vielen Systemen zusätzlich verändert werden, in der Regel über das UEFI/BIOS. Bei Gamern (Spielfreunde am PC) ist dies ein sehr beliebtes Hobby, um Systeme zu übertakten und sie so schneller zu machen. Aber bedenken Sie: mehr Takt = mehr Wärme, das ist keine einfache »immer höher = immer besser«-Rechnung, die Sie endlos fortsetzen können. Zudem begrenzen Hersteller wie Intel auch ihrerseits die Möglichkeiten, zum Beispiel, indem sie die Multiplikatoren nicht mehr frei veränderbar lassen. Oder sie verkaufen spezielle Serien von CPUs, die das Übertakten explizit zulassen, wie den Intel i9-14900K (auf das K kommt es an, freigegeben fürs Übertakten).

4.2.5 Mainboard-Formfaktoren

Der Formfaktor, oder auch Motherboard-Format genannt, legt fest, wo die einzelnen Komponenten wie CPU und Steckplätze auf dem Motherboard angeordnet sind. Der Formfaktor bestimmt zudem, welche Gehäuse und Netzteile verwendet werden dürfen. Und darum verwenden Sie bei Netzteilen dieselben Begrifflichkeiten wie bei Mainboard-Größen oder -Gehäusen.

Die Gehäuse von Desktop-Systemen richten sich nach den Mainboard-Spezifikationen, was ihre Größe anbelangt. Ein ATX-Gehäuse beherbergt ein ATX-Mainboard, ein BTX-Gehäuse folglich ein BTX-Mainboard. Dies hat wesentlich damit zu tun, dass die Formfaktoren nicht nur die Maße, sondern auch die Anordnung von Komponenten, Stromanschlüssen und Schnittstellen definieren.

Das klassische Modell war, angelehnt an IBMs PC-Konstruktion, das AT-Mainboard. Es besaß nur Steckplätze für die Tastatur (DIN-Anschluss), Arbeitsspeicher, Prozessor und Buskarten (ISA, EISA). Alle anderen Schnittstellen wie etwa serielle oder parallele Anschlüsse wurden über Steckkarten angeschlossen.

Abgelöst wurde dieser Formfaktor durch die ATX-Spezifikation, die seit 1995 im Umlauf ist, aktuell als ATX-Version 3.1 (seit 2022). Ein »fullsize«-ATX-Board hat die Maße 305 × 244 mm. Davon abgeleitet gibt es die kleineren Flex-ATX (229 ×

191 mm) und Micro-ATX-Boards, kurz mATX (244 × 244 mm). Als E-ATX gibt es für Workstations auch größere Boards mit 305 × 330 mm.

Der lange Zeit kleinste Vertreter dieser Familie war das Mini-ITX-Board, das vor allem für mobile Plattformen optimiert ist, z.B. durch passive Kühlung (170 × 170 mm). Es wird auch für Thin Clients oder Multimediakomponenten wie Media-player verbaut. Noch kleiner sind heute das Nano-ITX (120 × 120 mm) und gar das Pico-ITX (100 × 72 mm). Intel wiederum baut für seine NUC-Systeme eigene Boards mit ca. 102 × 102 mm proprietärer Größe.

Die kleineren Boards verfügen zur Erweiterung über sogenannte Riserkarten, d.h. rechtwinklige Steckkarten, die direkt ins Mainboard eingesteckt werden und weitere Steckplätze z.B. für Arbeitsspeicher oder PCIe-Steckplätze bieten. Da diese Karten als Ergänzung zum Mainboard zu sehen sind, werden sie auf Englisch auch Daughterboard genannt. Passive Riser-Karten enthalten nur einen Steckplatz, da sie lediglich einen vorhandenen Steckplatz auf dem Mainboard durchschlaufen. Interessanter sind aktive Riser-Karten, da diese eine eigene Steuerelektronik beinhalten und das System damit effektiv um weitere Steckplätze erweitern.

Das ATX-Layout brachte die Einführung von Soft-Power (Einschalten des PC via Mainboard anstelle des direkten Stroms zum Netzteil) und von Onboard-Schnittstellen mit sich. Zudem wurden die Mini-DIN-Anschlüsse (auch PS/2 genannt) für Tastatur und Maus eingeführt.

Das Angebot an Onboard-Schnittstellen verändert sich laufend. Während die ersten ATX-Mainboards vor allem serielle und parallele Schnittstellen (z.B. RS-232 bzw. IEEE-1284) auf dem Board hatten, kamen später USB und Netzwerk dazu. Heute fehlen seriell (COM) und parallel (LPT) fast immer, dafür gibt es eine größere Menge USB-Schnittstellen oder auch FireWire, Grafik- und Audioanschlüsse.

Verschiedene Hersteller von PC-Systemen verwenden auch ein proprietäres System, das weder ATX- noch BTX-Standards entspricht, wie z.B. die erwähnten NUC oder die bekannten Rasperry-Pi-Minicomputer. Andere Ideen wie das »BTX« von Intel verschwanden wieder.

4.3 Der Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher ist sozusagen der Expansionsbereich der CPU. Im Arbeitsspeicher werden Informationen abgelegt, die die CPU errechnet hat oder die auf die CPU warten.

Für den Arbeitsspeicher werden spezielle Speicherchips verwendet. Diese werden nach ihrer Funktionsweise Random Access Memory (RAM) genannt. In diesen

Speicherelementen können die Daten direkt oder wahlfrei (d.h. mit freier Wahl der Datenadresse) eingegeben bzw. gelesen werden.

Es ist zu beachten, dass die Speicherkapazität bei den Speicherchips selber nicht in Byte, sondern in Bit angegeben wird! Ein 4-Gbit-Speicherchip kann also vier Milliarden Bits respektive 512 MB Daten speichern. Auf einem RAM-Riegel von 4 GB finden Sie dann z.B. acht Chips mit 4 Gbit Kapazität vor.

4.3.1 Aufbau von RAM-Bausteinen

Grundsätzlich treffen Sie auf zwei Arten von Speichern: auf den dynamischen Speicher, der die Informationen in Kondensatoren speichert, und den statischen Speicher, der Informationen in Schaltungen (Flip-Flop) speichert.

DRAM

Die Bezeichnung Dynamic RAM (DRAM) ergibt sich aus dem Arbeitsprinzip dieses Speicherchips. In diesem Chip werden die gespeicherten Informationen durch Ladungen in einen Kondensator dargestellt. Da sich die Kondensatoren regelmäßig entladen, müssen sie ebenso regelmäßig (dynamisch) aufgefrischt werden. Auch benötigen sie zwischen zwei Schreib- oder Lesevorgängen eine gewisse Erholungszeit und erreichen somit eine Zugriffszeit von 10–100 ns (Nanosekunden). DRAM werden nebst dem Arbeitsspeicher heute z.B. auch als Cache auf SSDs verbaut.

SRAM

Static RAM (SRAM) ist dagegen anders aufgebaut. Bei einem SRAM werden die Informationen nicht als Ladung in einem Kondensator gespeichert, sondern als Zustand in einer sogenannten Flip-Flop-Schaltung festgehalten. Die Flip-Flop-Schaltung kennt jeweils nur zwei stabile Zustände, die durch ein externes Signal umgeschaltet werden. Die Refreshrate liegt bei 15 bis 35 ns. Der typische Einsatzbereich von SRAM sind unterschiedlichen Caches von Prozessoren von Level 1 bis Level 3. Auch SSD-Controller setzen SRAM ein.

4.3.2 Aktuelle RAM-Typen hören auf den Namen DDR

Arbeitsspeicher werden in der DIMM-Technologie aufgebaut (Dual inline Memory Module). Das war auch vor der aktuellen DDR-Technologie schon so. Ein solches Modul, auch »Riegel« genannt, besteht aus einer Reihe von Speicherchips, die durch einen auf dem Riegel befindlichen Controller angesteuert werden.

Die zentrale Einheit eines Speicherchips nennt sich Speicherbank oder kurz Bank. Wie Daten in eine Bank geschrieben oder von ihr gelesen werden, bestimmt die Leistung eines Moduls.

Die DDR-Technik wurde von der Joint Electron Devices Engineering Council (JEDEC) im Jahr 2000 erstmalig verabschiedet. Sie baut auf der vom Vorgänger bekannten Single-Data-Rate-Technologie herkömmlicher SD-RAM-Speicher auf. Mit einem wichtigen Unterschied: Bei Double-Data-Rate-RAM (DDR-RAM) wird pro Taktzyklus die doppelte Datenmenge übertragen. Demzufolge ist die Bandbreite theoretisch auch doppelt so hoch wie bei Single-Data-Rate-Speicher. Die Taktfrequenz blieb zu Beginn hingegen vollkommen identisch wie bei dem entsprechenden SD-RAM.

Der Markteintritt neuer Generationen von DDR-RAM in den Systemen erfolgt jeweils mit ca. zwei Jahren Verzögerung zur Standardisierung, weil die jeweiligen Chipsets der Mainboards dafür aktualisiert werden müssen. Das wird auch in der Verabschiedung und Einführung des neuesten DDR6-Standards nicht anders sein, der theoretisch 2025 in Kraft tritt.

DDR-Varianten verfügen zudem nicht einfach einen »schnelleren« Speicher, sondern greifen je nach Entwicklungsstand auf ein anderes Verfahren zurück, um Daten zu lesen und zu schreiben.

Diese Änderungen ermöglichen zum einen höhere Taktraten und reduzieren gleichzeitig den Energieanspruch auf 1,2 V (DDR4). DDR5 senkt den Stromverbrauch weiter auf 1,1 V und ermöglicht außerdem mittels On-Die-ECC eine Fehlerkorrektur im Chip.

| Speichertyp | Speichertakt | I/O-Takt | Data Rate | Bandbreite | Alternativ |
|-------------|--------------|----------|-----------|----------------------|------------|
| DDR-200 | 100 MHz | 100 MHz | 200 MT/s | 1,6 GB/s | PC-1600 |
| DDR2-400 | 100 MHz | 200 MHz | 400 MT/s | 3,2 bis 6,4 GB/s* | PC2-3200 |
| DDR2-800 | 200 MHz | 400 MHz | 800 MT/s | 6,4 bis 12,8 GB/s* | PC2-6400 |
| DDR3-1600 | 200 MHz | 800 MHz | 1600 MT/s | 12,8 bis 38,4 GB/s* | PC3-12800 |
| DDR4-3200 | 400 MHz | 1600 MHz | 3200 MT/s | 25,6 bis 76,8 GB/s* | PC4-25600 |
| DDR5-4800 | 300 MHz | 2400 MHz | 4800 MT/s | 38,4 bis 76,8 GB/s* | PC5-38400 |
| DDR5-5600 | 350 MHz | 2800 MHz | 5600 MT/s | 44,8 bis 89,2 GB/s* | PC5-41600 |
| DDR5-8400 | 525 MHz | 4200 MHz | 8400 MT/s | 67,2 bis 134,4 GB/s* | PC5-67200 |

* »bis« bezieht sich auf die Anordnung bei Mehrkanal-Nutzung auf dem Mainboard

Tabelle 4.6: Eine Auswahl an DDR-RAM-Spezifikationen

Neben den technischen Differenzen sind die unterschiedlichen DDR-Varianten auch physisch unterschiedlich konstruiert. Sie verfügen je nach Version über eine unterschiedliche Anzahl Kontakte oder unterschiedlich angeordnete Kerben. Dies soll einen inkompatiblen Einbau verhindern oder einem geeigneten Grobmotoriker zumindest erschweren.

Änderungen gab es wie erwähnt auch bei den elektrischen Eigenschaften: Während ältere DDR-SD-RAM-Module noch eine Spannung von 2,5 V und DDR2-SD-RAM-Module noch 1,8 V benötigen, sinkt dieser Wert pro »Riegel« kontinuierlich auf ca. 1,1 Volt bei DDR5. Diese Funktionen werden sowohl von den Chipsätzen als auch von den auf den Platinen zum Einsatz kommenden Spannungsreglern unterstützt.

Die Übertragungsrate von DDR-RAM lässt sich im Übrigen wie folgt berechnen:

$$(\text{Prefetch} \times \text{Speichertakt} \times \text{Bitbreite}) / 8 = \text{Bytes pro Sekunde}$$

Sie müssen also zunächst die Anzahl Prefetchs kennen, die der Speicher verwendet. Dies sind bei SD-RAM noch Prefetch = 1, bei DDR dann bereits 2, und jede Generation verdoppelt diesen Prefetch-Wert: DDR = 2, DDR2 = 4, DDR3/DDR4 = 8.

Dazu müssen Sie den internen (effektiven) Speichertakt kennen, die Bitbreite des RAM. Diese beträgt 64 Bit, sowohl bei SDR DDR als auch bei DDR.

Hierzu ein praktisches Beispiel. Die Datenübertragungsrate von DDR2-800 berechnet sich wie folgt:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Prefetch} & \times & \text{Speichertakt [1/s]} & \times & \text{Bitbreite [Bit]} & / & 8 = \text{GB/s} \\ 4 & \times & 400 & \times & 64 & / & 8 = 12,8 \text{ GB/s} \end{array}$$

Diese Berechnung ist nützlich, um zu sehen, welche effektive Bandbreite für die Datenübertragung zur Verfügung steht – oder auch, welche Steigerung in diesem Bereich durch Verwendung schneller RAM-Bausteine eventuell möglich ist.

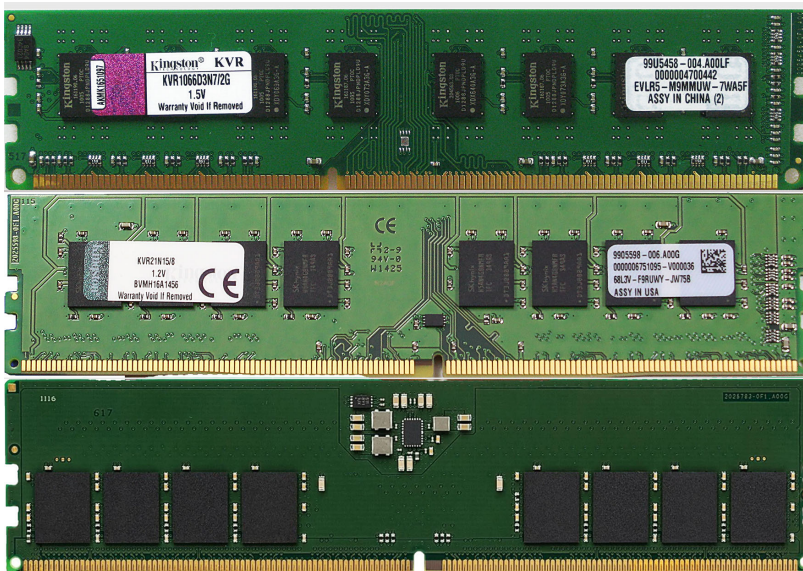


Abb. 4.9: Von DDR3-SD-RAM bis DDR5-SD-RAM (von oben nach unten)

4.3.3 Single Channel, Dual Channel und Quad-Channel

Die bisher beschriebenen Speicherzugriffe beschreiben den Zugriff im Single-Channel-Verfahren. Das heißt, falls mehrere Speicherriegel verbaut sind, erfolgen die Speicherzugriffe abwechselungsweise zwischen den verschiedenen Speicherriegeln. Um die Speicherbandbreite zu erhöhen, kann man die Daten auch aus zwei Speichermodulen anfordern. Man bezeichnet das als Dual-Channel-Verfahren. Dual Channel bezieht sich nicht auf das Speichermodul, sondern auf den Speicher-Controller. Damit dieses Verfahren funktioniert, müssen die Speichermodule im vom Mainboard vorgegebenen Muster eingesetzt werden, was meistens farblich gekennzeichnet wird.

Auch die aktuellen AMD- und Intel-Architekturen verfügen so z.B. standardmäßig über eine Dual-Channel-Architektur. AMD Threadripper-Serien verfügen gar wieder über Quad-Channel, das früher schon einmal von Intel auf dem Markt war.

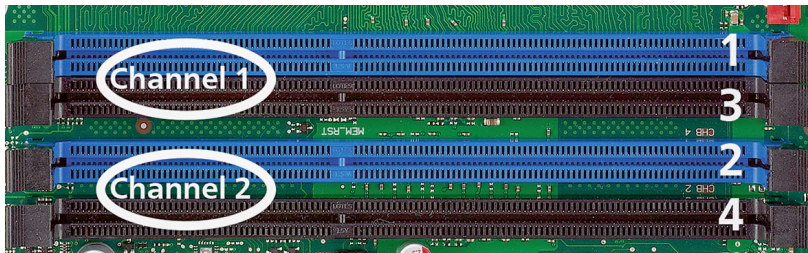


Abb. 4.10: Korrekter Einbau von Dual-Channel-RAM

Single-Inline-Memory-Module sind Speichermodule, die nur einseitig mit Speicherchips bestückt werden (SIMM). Sie besitzen beidseitig Anschlusspins, diese sind jedoch immer mit den gegenüberliegenden Pins verbunden.

Dual-Inline-Memory-Module (DIMM) besitzen ebenfalls beidseitig Anschlusspins. Diese sind jedoch im Gegensatz zu SIMM-Modulen voneinander komplett unabhängig. Somit besitzen DIMM-Module einen doppelt so breiten Daten- und Adressbus und bilden den Standard für RAM-Bausteine.

4.3.4 Speicher für Notebooks

Für Notebook-RAM gelten aufgrund ihrer veränderten Bauart etwas andere Bezeichnungen, sie nennen sich SO-DIMM anstelle von DIMM, wobei SO für Small Outline steht. Und die neueren Geräte arbeiten mit LPDDR, eine Variante, die leistungstechnisch analog zu den jeweiligen DDR-Standards arbeitet, aber aufgrund ihrer Bauweise meist auf dem Board verlötet ist und konstruktionsbedingt weniger Strom verbraucht als SO-DIMM. LPDDR steht denn auch für Low Power DDR, was exakt die Eigenheit dieser Speicher beschreibt. Größter Nachteil von

LPDDR ist die Tatsache der Verlotung, das heißt, der Speicher eines so konstruierten Geräts wie z.B. einem Convertible ist nicht erweiterbar.

| Bauform | Anzahl Pins | Bemerkungen |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|
| PC und Workstation | | |
| SIMM | 72 Pin (»PS/2-SIMM«) | Druckerspeicher |
| DIMM | 184 Pin | DDR-SD-RAM |
| DIMM | 240 Pin | DDR2-SD-RAM, DDR3-SD-RAM |
| DIMM | 288 Pin | DDR4-SD-RAM, DDR5-SD-RAM |
| Notebooks und Convertibles | | |
| SO-DIMM | 200 Pin | DDR, DDR2-SD-RAM |
| SO-DIMM | 204 Pin | DDR3-SD-RAM |
| SO-DIMM | 260 Pin | DDR4-SD-RAM, DDR5-SD-RAM |
| LPDDR | Verlötet | LPDDR4, LPDDR5 |

Tabelle 4.7: Bauformen für RAM-Module

Man bemerke: Bei DDR2 und DDR3 sowie bei DDR4 und DDR5 gibt es eine grundsätzliche Pin-Übereinstimmung, bei DDR4/DDR5 ist dies auch bei SO-DIMM der Fall. Die Differenz wird durch eine unterschiedliche Kerbe im Baustein gelöst.



Abb. 4.11: SO-DIMM-Modul einmal als DDR4-SD-RAM und rechts als DDR5-SD-RAM (© Kingston)

4.3.5 Ein Wort zum Thema Fehlerkorrektur

Auch Arbeitsspeicher können fehlerhaft arbeiten; da die Bausteine bitweise kommunizieren, reicht ein einzelner Bitfehler, um einen der berühmten »Blue-screens« zu erzeugen, das heißt, das System instabil zu machen oder zum Absturz zu bringen.

Dem arbeiten die Hersteller mit einer Fehlerkorrektur auf den RAM-Bausteinen entgegen. Vom Prinzip wird versucht, durch verschiedene Kontrollen den Fehlerzustand entweder zu vermeiden oder aber in einem bestimmten Rahmen ohne Systembeeinträchtigung zu korrigieren.

Die zwei am häufigsten eingesetzten Methoden sind ECC und On-Die-ECC. ECC bedeutet »Error Correction Code« und ist ein lange bekanntes Verfahren. In der Praxis heißt es, dass die RAM-Riegel einen zusätzlichen Controller-Baustein aufweisen. Dieser Controller erkennt insbesondere Single-Bit-Fehler und korrigiert sie anhand integrierter Korrekturalgorithmen. Der Einsatz von ECC-RAM ist insbesondere bei Workstations und Servern gebräuchlich.

On-Die-ECC ist nicht dasselbe, sondern wurde mit DDR5 eingeführt und beschreibt die auf dem DDR5-Speicherchip selber eingebaute Korrekturfunktion. Die Wirksamkeit gegenüber Single-Bit-Fehler ist messbar, aber die Kapazitäten von On-Die-ECC reichen nicht an die Möglichkeiten eines ECC-Controllers heran. Als integrierte Datenprüfung trägt On-Die-ECC aber sicherlich zu einer verbesserten Systemstabilität bei.

4.3.6 Was folgt nach DDR5?

Die Entwicklung bleibt wie immer auch hier nicht stehen. Während im Jahr 2026 nach wie vor der Einsatz von DDR5 Realität ist, arbeiten die Hersteller seit längerem an DDR6 und DDR7, um die Datenraten erneut markant zu verbessern. Bei DDR6 sollen die Datenübertragungsraten noch einmal verdoppelt werden.

Einen anderen Ansatz verfolgt Intel mit der Optane-Technologie, die statischen Speicher als Erweiterung zum herkömmlichen Arbeitsspeicher hinzunimmt.

Dieser nichtflüchtige Speicher ermöglicht die Erweiterung des Arbeitsspeichers zu deutlich niedrigeren Kosten bei gleichzeitig hoher Speicherdichte. Die Module sind günstiger als herkömmlicher DDR-Speicher und bieten große Kapazitäten in Kombination mit normalem Speicher. Sie gelangen in Servern zum Einsatz. Sie können in RAM-Slots oder in .m2-Speicherplätze eingesetzt werden – Voraussetzung ist, dass das Mainboard mit Intel Optane arbeiten kann.

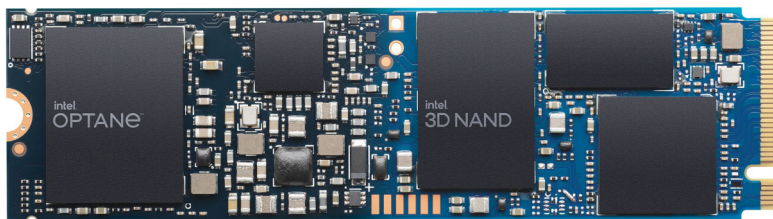


Abb. 4.12: Intel-Optane-Steckkarte (© Intel Corporation)

4.4 BIOS und EFI leben im ROM

Über den Arbeitsspeicher habe ich geschrieben, dass dieser Speicher alle Informationen vergisst, sobald Sie das System ausschalten. Damit der PC aber beispiels-

weise dennoch weiß, wie er starten muss oder welche Abläufe beim Einschalten vonstattgehen müssen, hat das Mainboard einen Speicherchip, auf dem diese Informationen fest abgelegt sind. Die Urform dieses Speichers nennt sich ROM (Read Only Memory).

In ROM-Speicherchips liegen die Informationen nicht als flüchtige elektrische Ladung vor, sondern als fester Verdrahtungszustand. Sie gehen daher beim Ausschalten nicht verloren. Der Speicher ist nur 512 KB bis ca. 2 MB groß, also sehr klein.

In der Praxis werden heute nicht mehr reine ROMs verwendet, sondern PROMs (Programmable Read Only Memory), EPROMs (Eraseable PROM) und EEPROMs (Electrical Eraseable PROM). Beim Programmieren der PROMs wird dem Chip ein wesentlich stärkerer Stromimpuls als im Normalbetrieb zugeführt. Dadurch brennen bestimmte Verbindungen zwischen den Wort- und Bitleitungen durch. Durchgebrannte Leitungen repräsentieren den Wert »0«, die anderen Leitungen den Wert »1«. EPROMs werden mit speziellen Geräten beschrieben, sie kommen in der Industrie bis heute vor. Zur Löschung benötigt man UV-Licht. Diese Methodik wäre zu aufwendig für heutige Computersysteme. Der nächste Schritt waren daher die EEPROMs. Diese sind grundsätzlich wie EPROMs aufgebaut, ermöglichen aber das Löschen einzelner Bytes oder des gesamten Speichers auf elektrischem Weg.

Aktuelle Systeme sind mit Flash-EEPROMs ausgerüstet. Diese Bausteine lassen sich komplett oder blockweise elektrisch löschen, zudem lassen sie sich mittels Programmen auch blockweise wieder programmieren, sie müssen also nicht wieder durch ein Brenngerät programmiert werden.

4.4.1 Das BIOS

Im (EEP)ROM liegt das BIOS (Basic Input Output System). Das BIOS enthält grundlegende Informationen zur Hardware und die POST-Routine für den Systemstart. Nach dem Einschalten des PC werden automatisch die Informationen im BIOS abgearbeitet und der Systemtest durchgeführt. Nach erfolgreicher Abarbeitung des BIOS ertönt ein Piepstön, der signalisiert, dass die Hardware korrekt identifiziert werden konnte. Zugleich wird das BIOS in das RAM kopiert (Shadow-RAM), damit schneller auf diese Informationen zugegriffen werden kann. Erst jetzt wird das Betriebssystem aus dem aktuellen Laufwerk geladen. In der Regel ist das Festplatten- oder DVD-Laufwerk das aktuelle Laufwerk. Die Bootreihenfolge können Sie überdies im BIOS selber festlegen.

Die Steuerfunktionen im BIOS umfassen eine Menge wichtiger Parameter für das System. Dazu gehören:

- Aktivierung oder Stilllegung von Komponenten, die auf der Hauptplatine integriert sind (z.B. Grafikchip, Soundchip, LAN-Chip, SATA-Controller)
- Timing und Einstellungen für die Bussysteme (PCI-Express, PCI)

- Taktung und Einstellungen für den Arbeitsspeicher (RAM)
- Timing und Einstellungen für den SATA-Controller

Nach dem Einschalten des PC erfolgt die Abarbeitung der BIOS-Routine (POST), die die Hardware detailliert kontrolliert. Erst nach der kompletten Abarbeitung erfolgt wie erwähnt die Übergabe an das Betriebssystem, das wiederum seine Daten lädt, und erst anschließend können Sie als Anwender mit dem PC arbeiten.

4.4.2 UEFI folgt auf BIOS

Das BIOS-System stammt aus den Urzeiten der PC-Entwicklung und ist schon über 45 Jahre alt. Daher wurde es mittlerweile durch ein System namens UEFI abgelöst.

Intel entwickelte als ersten Schritt EFI (Extensible Firmware Interface), doch die anderen Hersteller haben nicht mitgezogen, da dieser Ansatz proprietär ausgelegt war und andere bisherige Mainboard- und BIOS-Hersteller ins Abseits gestellt hätte. 2005 wurde daher ein Forum gegründet, dem auch andere Hersteller wie AMD, Apple sowie die namhaften BIOS-Hersteller wie etwa Phoenix oder AMI beitraten. Daraufhin wurde das System auf Unified EFI oder UEFI getauft, und bis heute kümmert sich das UEFI-Forum um dessen Entwicklung.

Mittlerweile sind die Hersteller bei UEFI 2.11 als Hauptstandard und weiteren Standard wie etwa ACPI 6.6 angelangt. ACPI steht dabei für »Advanced Configuration and Power Interface« und ist ein Industriestandard für die Energieverwaltung z.B. von PC-Systemen.

UEFI ist ein selbstständiges eingebettetes System (Embedded System) – also eigentlich ein selbstständig agierendes Vor-Betriebssystem auf 64-Bit-Basis mit eigenem EBC-Interpreter (EFI Byte Code). Dieser aktiviert nur noch die für den Start notwendigsten Geräte und überlässt das Starten der übrigen Treiber dem Betriebssystem. Dadurch kann der Startvorgang deutlich verschlankt und beschleunigt werden.

Durch den aktuellen Aufbau sind ganze 8192 EB (Exabytes) an Festplattenspeicher ansprechbar, und selbst beim Arbeitsspeicher reichen die Dimensionen in den Exabyte-Bereich – das sind dann doch immerhin über 1.000.000.000 GB (mal sehen, was der »A+-Plus«-Autor des Jahres 2040 dann zu dieser Größenordnung finden wird ?).

Allerdings müssen Sie auch die Zusammenhänge dahinter sehen. Damit solche Speichermengen unterstützt werden, verfügen diese Laufwerke mit GPT (GUID Partition Table) über eine neue Partitionstabelle, d.h. eine andere Methode, um Daten und Verzeichnisse zu adressieren. GPT-Laufwerke wiederum können nur von 64-Bit-Systemen gelesen und somit nur von UEFI unterstützt werden. Mehr hierzu dann aber im nächsten Kapitel.

UEFI verkürzt durch das parallele Abarbeiten von Prüfsequenzen den Start eines Systems merklich und kann auch Gerätetreiber über DXE (Driver Execution Environment) bereits zur Übergabe an das Betriebssystem vorladen. Zudem besitzt UEFI einen eigenen Bootloader, in dem die Informationen über die installierten Betriebssysteme gespeichert sind. Ein eigentlicher Master Boot Record auf dem Disk, der das Laden des OS übernimmt, entfällt damit. Dies gilt sowohl für den Windows Boot Loader als auch den etwa von Linux her bekannten GRUB.

UEFI ist ein grafisch aufgebautes System; es gibt Strukturen und Icons, und dem Benutzer soll dadurch die Arbeit erleichtert werden. Dazu gehört auch, dass UEFI die Bedienung von Touchpads oder Maus unterstützt. Sogar einfache Grafik- und Netzwerkkartentreiber sind in UEFI enthalten, sodass das UEFI sich selber übers Internet aktualisieren oder ein Browser direkt über UEFI genutzt werden kann, ohne das ganze Betriebssystem zu starten. Zudem macht es durch eine integrierte Startwahl für Betriebssysteme deren eigenen Bootloader wie erwähnt überflüssig.

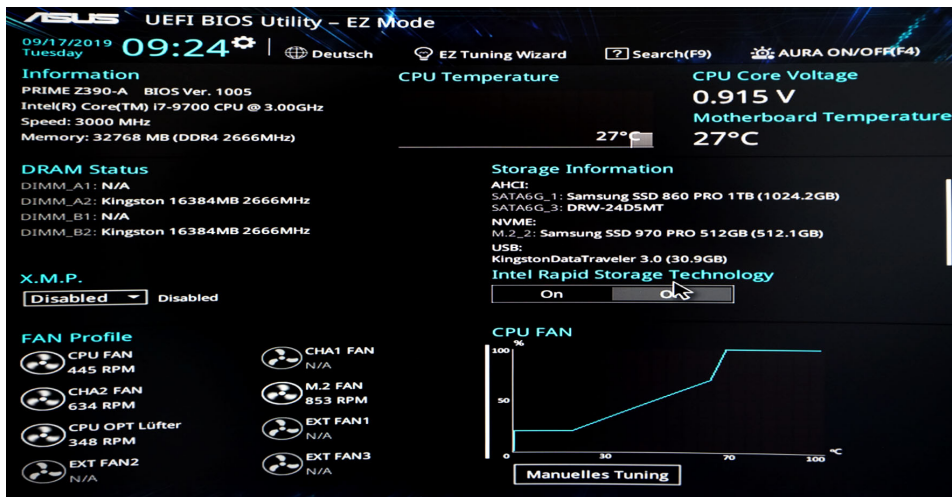


Abb. 4.13: Die grafische Verwaltung des UEFI (© Asus)

Das UEFI bietet als eigenständige Software verschiedenste Betriebs-, Konfigurations- und Monitoring-Möglichkeiten an, die natürlich von Hersteller zu Hersteller sehr verschieden sein können.

Das UEFI zeigt Ihnen aber z.B. anhand der obigen Grafik an:

- Die verbaute CPU (Intel Core i7-9700)
- Dass zwei RAM-Bänke belegt sind und womit (32GB DDR4-2666)
- Die eingebaute S-ATA-SSD sowie die NVMe-SSD
- Startreihenfolge der Laufwerke
- Die Temperatur von CPU und Mainboard

Darüber hinaus können Sie im UEFI auch Konfigurationsänderungen vornehmen:

- Geräte aktivieren und deaktivieren (z.B. Sound, USB oder Laufwerke)
- Datum und Uhrzeit einstellen
- Die Virtualisierungsunterstützung einschalten oder ausschalten
- Die Startreihenfolge der Laufwerke ändern (rechts im Bild)
- Je nachdem die Taktrate des Systems beeinflussen
- Die Geschwindigkeit der Lüfter regeln (Einstellungen wie »Ruhig« oder »Performance« bzw. »Maximum«)
- Verschiedene Sicherheitsmaßnahmen treffen wie ein BIOS-Passwort (ja, d.h. immer noch so) oder TPM und Intrusion Detection (dazu dann mehr in Abschnitt 30.1.3 »Trusted Platform Module«).

UEFI hat auch den einen oder anderen Nachteil. So muss auf Systemen mit UEFI wie erwähnt zwingend ein 64-Bit-Betriebssystem installiert sein. Alternativ dazu kann das UEFI auch ein CSM (Compatibility Support Module) enthalten, was eine 32-Bit-Installation erlaubt, aber nicht auf derselben Festplatte wie die 64-Bit-UEFI-Installation. Und nicht alle Fachleute sind sich einig, ob ein Netzwerkkartentreiber vor dem Laden des Betriebssystems und dessen Sicherheitsfunktionen eine gute Idee ist. Über das Internet könnten ja auch Viren und Trojaner bereits vor dem Betriebssystemstart auf den Computer gelangen, da im UEFI keinerlei Sicherheitssoftware aktiv ist.

Eine weitere Sicherheitsmaßnahme der aktuellen UEFI-Versionen (seit 2.x) ist Secure Boot. Ist diese Funktion aktiviert, kann das System nur noch von digital signierten Betriebssystemen hochgefahren werden. Dies gilt etwa für Windows 11 oder verschiedene Linux-Derivate.

4.5 Der Prozessor wartet auf den Bus

Desktop- und Notebook-Prozessorsysteme unterscheiden beim Systembussystem verschiedene Busleitungen zur Verwaltung ihrer Tätigkeit, namentlich:

- Adressbus zur Speicheradressierung
- Datenbus zur Nutzdatenübertragung
- Steuerbus zur Geräteansteuerung

Der Adressbus überträgt lediglich Speicheradressen. Die Busbreite, also die Anzahl der Verbindungsleitungen, bestimmt dabei, wie viel Speicher direkt adressiert werden kann. Wenn ein Adressbus n Adressleitungen hat, können $2n$ Speicherstellen direkt adressiert werden. Bei einem 32-Bit-System können also $2^{32} = 4.294.967.296$ Byte (4 GB) angesprochen werden. Was wiederum erklärt, warum