



## Intel Cheat Sheet: Die sechs Säulen der Innovation

### Intel® beschleunigt den Innovationszyklus auf Basis von sechs Säulen

Die IT-Welt hat sich in den letzten zehn Jahren stark verändert und zu einem datenzentrierten Markt entwickelt. Unternehmen benötigen eine leistungsfähige Hardware- und Software-Infrastruktur, um große Datenmengen effizient analysieren und sichern zu können. Auch die Workloads werden komplexer. Sie fordern agile und hochskalierbare Computing-Architekturen, die sich schnell weiterentwickeln lassen. Intel® liefert innovative Lösungen für Client-, Edge-, Rechenzentrums- sowie Cloud-Computing-Umgebungen und setzt bei Produktion und Design auf die [sechs Säulen](#) Architektur, Herstellungsprozesse, Sicherheit, Software, Speicher und Interconnect.

### Intels sechs Säulen der Innovation

- 1. Prozesse und Packaging:** Fortschrittliche Herstellungsverfahren und Packaging-Technologien wie das 3D-Chipdesign Foveros, bilden die Basis der Intel Produkte.
- 2. Architektur:** Intel verwendet eine vielfältige Mischung aus [Architekturen](#), darunter CPUs ([Prozessoren](#)), GPUs (Grafikprozessoren) und FPGAs ([Field Programmable Gate Arrays](#)) sowie Prozessoren zur Beschleunigung von KI (Künstliche Intelligenz).
- 3. Integrierte Sicherheitsfunktionen:** Intel arbeitet eng mit Partnern zusammen, um neue Sicherheitslösungen zu entwickeln und sie kontinuierlich zu verbessern. Prozessoren der 10. Generation bieten bereits hard- und softwarebasierten Schutz gegen bekannte Attacks. Zudem pflegt Intel ein umfassendes Informationsnetzwerk und tauscht sich im Rahmen des [Bug Bounty](#) Programms direkt mit der Community aus.
- 4. Software:** Entwickler sollen ihre Anwendungen in Zukunft noch einfacher für Intel Hardware optimieren können. Dafür stellt Intel verschiedene, über die [Intel® Developer Zone](#) zugängliche Tools zur Verfügung, darunter [Compiler](#), durch die Entwickler ihre Codes speziell auf Intel Prozessoren optimieren können. Auch im Bereich [Linux\\* Kernel](#) engagiert sich Intel durch Open Source Projekte. Schließlich arbeitet das Unternehmen im Rahmen der Software-Initiative „[One API](#)“ daran, eine



- einheitliche Programmierschnittstelle für eine Vielzahl verschiedener Architekturen zu schaffen.
- 5. Speicher:** Leistungsfähiger Speicher beschleunigt jeden einzelnen Vorgang von Computersystemen. Ein moderner Hochgeschwindigkeitsspeicher wie die [Intel® Optane™](#)-Technologie ist eine Grundvoraussetzung dafür, komplexe Anwendungen effizient auszuführen und die ständig wachsenden Datenmengen schnell verarbeiten zu können. Intels Optane-Portfolio umfasst sowohl SSDs für das Rechenzentrumsumfeld als auch für Endverbraucher sowie [Intel® Optane™ DC Persistent Memory Module \(DCPMM\)](#) für datenintensive Anwendungen.
  - 6. Interconnect:** Ein zentrales Element für eine leistungsfähige IT sind schnelle Verbindungen zwischen einzelnen Geräten und dem Netzwerk – sogenannte Interconnects. Dazu zählen zum Beispiel [Compute Express Link \(CXL\)](#) oder die [Thunderbolt™](#)-Technologie.

### **Prozesse und Packaging: 3D-Design Foveros und 10nm-Fertigung**

Ende Dezember 2018 hat Intel auf seinem Architecture Day mit [Foveros](#) (griechisch „einzigartig“) eine neue Bauform für Prozessoren vorgestellt und erste Prototypen der Hardware gezeigt. Basis ist ein 3D-Design mit aufeinander gestapelten sowie nebeneinander angebrachten Logikchips unterschiedlichster Herstellungsverfahren in einem EMIB-Gehäuse. EMIB steht für Embedded Multi-Die Interconnect Bridge und bezeichnet eine Packaging-Technik für die schnelle Kommunikation zwischen benachbarten Chips. Durch das 3D-Stacking von Chips (die Anordnung von Chips nicht nur nebeneinander, sondern auch übereinander) ermöglicht Intel die Entwicklung kleinster Formfaktoren bei hoher Leistung und niedrigem Energieverbrauch sowie hohe Flexibilität für das Design von Geräten und Systemen. Neben CPUs könnten künftig auch Grafikprozessoren (GPUs), FPGA-Beschleuniger oder x86-Chiplets mit Funktionen für Verschlüsselung und KI in ein Foveros-Package integriert werden.

Das erste, mit der neuen 3D-Packaging-Technologie Foveros gefertigte Produkt soll noch 2020 erscheinen. Es handelt sich um eine Client-Plattform für mobile PCs (Codename „Lakefield“) mit einer hybriden CPU-Architektur. Lakefield besteht aus fünf Kernen, nämlich einem im 10nm Prozess gefertigten Sunny-Cove-CPU-Kern sowie vier Intel Atom®-Prozessor-basierten Kernen. Diese sind mit einer Intel® Gen11-Grafikeinheit, I/O Beschleunigern und Speicher in einem winzigen, energieeffizienten Produkt-Package kombiniert.



Intel Deutschland GmbH  
Am Campeon 10-12  
85579 Neubiberg

### **Architektur: Sunny Cove**

Die Mikroarchitektur [Sunny Cove](#) erhöht die Leistung pro Takt sowie die Energieeffizienz für allgemeine Computing-Workloads. Zudem enthält sie neue Funktionen zur Beschleunigung spezieller Aufgaben, beispielsweise Verschlüsselung oder maschinelles Lernen. Sunny Cove wird sowohl die Basis kommender [Intel® Xeon® Prozessoren](#) für Server als auch der [Intel® Core™ Prozessoren](#) für Clients bilden.

Sunny Cove ermöglicht zusätzliche, parallele Berechnungen und schafft kürzere Latenzzeiten durch neue Algorithmen. Höhere Leistung wird durch vergrößerte Buffer und Caches sowie neue Befehlssatzerweiterungen erzielt. Im Vergleich zur Vorgänger-Architektur Skylake vergrößert sich der L1-Data-Cache so um 50 Prozent von 32 auf 48 KB, der L2-Cache verdoppelt sich sogar auf 512 KB pro Kern. Durch die neuen Befehlssätze Vector-AES und SHA-NI lassen sich Datenpakete schneller packen, entpacken und verschlüsseln. Prozessoren auf Basis der Sunny-Cove-Architektur sollen bis zu 4 TB Arbeitsspeicher pro Sockel ansprechen können.

### **Integrierte Sicherheitsfunktionen**

[Intel legt großen Wert auf Sicherheit](#) und arbeitet eng mit Partnern zusammen, um neue, hardwarebasierte Sicherheitslösungen zu entwickeln und sie kontinuierlich zu verbessern. Die Prozessoren der 10. Generation bieten hard- und softwarebasierten Schutz bekannter Angriffspunkte. Zudem arbeitet Intel durchgehend an der schnellen Entwicklung von Software-Patches gegen akute Bedrohungen. Im Rechenzentrum hilft die [Intel® SGX Technologie](#) beim Schutz des Anwendungsspeichers. Die Software Guard Extensions (SGX) ermöglichen als Befehlserweiterung das Erstellen eines besonders sicheren Adressraums im Speicher, der nur von einem bestimmten Prozessor genutzt werden kann. Alle direkten Zugriffe und privilegierten Prozesse werden durch den Prozessor kontrolliert und damit in ihrer Integrität geschützt.

Um auch bei den zunehmend komplexen Technologien unserer Zeit mögliche Bedrohungen frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden, setzt Intel auf die direkte Kommunikation mit Industrie und Community. Aus diesem Grund hat das Unternehmen ein umfassendes Informationsnetzwerk aufgestellt, durch das sich die Partner miteinander austauschen und ihre Erfahrungen teilen können. Zusätzlich erweiterte Intel das „[Bug Bounty](#)“ Programm, das jeden einzelnen dazu aufruft mit Intel in Kontakt zu treten und mögliche Angriffspunkte zu melden.



## Software

Eine wichtige Komponente von Intels Strategie ist der Bereich Software. Intel vertritt seit jeher die Ansicht, dass eine enge Verknüpfung von Hardware und Software essenziell für den Erfolg neuer Produkte ist. Das Unternehmen unterstützt daher Entwickler mit verschiedenen Initiativen, um Software optimal auf die diversen Intel-Plattformen abzustimmen und deren Potenzial voll auszuschöpfen. Dazu gehören Tools wie C/C++-Compiler, optimierte Bibliotheken, Performance-Tuning, Dokumentationen, Entwickler-Kits etwa für KI oder die Cloud sowie umfangreiche Trainingsmaßnahmen. Im Developer Forum finden Entwickler außerdem [Compiler](#), durch die sie ihre Codes einfach auf Intel Prozessoren optimieren können. Schließlich engagiert sich Intel federführend im Bereich [Linux Kernel](#). Durch verschiedene Open Source Projekte und die andauernde Optimierung der Open Source Codes auf Intel Hardware, schafft das Unternehmen beste Linux Performance, Stabilität und Energieeffizienz für alle.

Zentraler Bestandteil der auf den sechs Säulen basierenden Produktions- und Designstrategie ist auch die „One API“-Initiative von Intel. Ziel dieser Initiative ist es, ein einheitliches Programmiermodell über verschiedene Architekturen hinweg zu schaffen und so die Entwicklung von Anwendungen für CPUs, GPUs, FPGAs oder KI-Beschleuniger sowie deren Kommunikation untereinander zu vereinfachen. Im Rahmen des Projekts wird ein breites Portfolio bestehend aus Software-Tools und Middleware verwendet. Weiterhin stehen Entwickler-Werkzeuge (meist Open Source) zur Verfügung, die die Software derjenigen Hardware zuordnen, die den Code am besten beschleunigen kann. Eine Beta-Version ist im vierten Quartal 2019 erschienen.

## Speicher: Intel® Optane™

Vom Bootvorgang über den Start von Anwendungen bis hin zur Reaktionszeit von Spielen - leistungsfähiger Speicher beschleunigt jeden Vorgang von Computersystemen, seien es Server, PCs oder Notebooks. Intel bietet ein vielfältiges Angebot an Speicherlösungen. Dazu gehören 3D NAND-basierte Produkte für Rechenzentren wie die [Intel® SSDs der Produktreihe DC P4510](#) sowie entsprechende Produkte für Clients, beispielsweise die [Intel® SSD 660P](#). Besonders hervorzuheben sind Speicher, die die Intel® Optane™ Technologie nutzen. [Intel® Optane™](#) basiert auf 3D XPoint™ (gesprochen: 3D Cross Point) und integriert Arbeitsspeicher-Controller, Schnittstellen-Hardware und Software von Intel. Die 3D XPoint-Technologie nutzt eine einzigartige „Cross-Point-Architektur“, die ohne Transistoren auskommt und wie ein dreidimensionales Schachbrett strukturiert ist. Die Speicherzellen werden dabei in mehreren Lagen in einer 3D-Struktur so angeordnet, dass eine hohe Dichte erreicht wird.



Intel Deutschland GmbH  
Am Campeon 10-12  
85579 Neubiberg

Durch diese kompakte Bauweise lassen sich Daten auf kleinstem Raum schreiben und lesen. Daraus ergibt sich eine hohe Leistung mit effizienten Lese- und Schreibprozessen sowie eine hohe Bit-Dichte.

Für das Rechenzentrum hat Intel zudem [Intel® Optane™ DC Persistent Memory Module \(DCPMM\)](#) entwickelt, eine Technologie, die hohe Kapazität mit nichtflüchtiger Datenspeicherung kombiniert. Optane DCPMM stellen einen wichtigen Durchbruch bei der Ausführung datenintensiver Anwendungen dar: Sie verkürzen die Wartezeit beim Laden großer Datenbestände aus dem Massenspeicher eines Systems – von der Cloud und Datenbanken über In-Memory Analysen bis hin zu Netzwerken – und sind dabei kosteneffizient. Intels Optane Portfolio umfasst [SSDs für den Einsatz im Rechenzentrum, DC Persistent Memory Module](#) sowie Speicher für [anspruchsvolle Endverbraucher](#). Für den durchschnittlichen PC-Anwender hat Intel den [Intel® Optane™ Speicher H10](#) mit Solid State Storage entwickelt. Diese SSD kombiniert die Reaktionsfähigkeit von Optane mit der Speicherkapazität der Intel® Quad Level Cell (QLC) 3D NAND Technologie in einem platzsparenden M.2-Formfaktor.

### **Interconnect**

Eine weitere wichtige Säule bilden Interconnect-Technologien, also Verbindungstechnologien für die schnelle Übertragung von Informationen, etwa zwischen Prozessoren und anderen Komponenten von PC-Systemen, (drahtlosen) Netzwerken, Rechenzentren oder auch im Mobilfunk. Beispiele sind Industrial Ethernet Switches, Silicon Photonics, Compute Express Link (CXL) und Thunderbolt.

Mehr als die Hälfte aller Daten weltweit wurde in den letzten zwei Jahren erzeugt, doch nur zwei Prozent davon konnten bis heute auch verarbeitet werden. Eine zentrale Herausforderung ist die schnelle Übertragung und Speicherung der anfallenden Informationsmengen. In Rechenzentren wird hierzu auch das Ethernet, eine Technik für den Austausch zwischen einem lokalen Netz (LAN) und angeschlossenen Geräten, verwendet. 2019 gab Intel bekannt, [Barefoot Networks\\*](#), einen führenden Hersteller von Industrial Ethernet Switches, zu akquirieren. Die beiden Unternehmen planen gemeinsam gezielt den Datentransfer im Ethernet beschleunigen.

Durch Entwicklungen im Bereich Silicon Photonics, erhöht Intel das Leistungspotenzial von Rechenzentrumsarchitekturen weiter. [Intel® Silicon Photonics](#) steht für die optische Datenübertragung mit Licht und ermöglicht den schnellen Datentransfer über größere Entfernungen hinweg, um so Netzwerkengpässe im Rechenzentrum zu vermeiden.



Intel Deutschland GmbH  
Am Campeon 10-12  
85579 Neubiberg

Zusätzlich hat Intel im März 2019 die offene Verbindungstechnologie Compute Express Link (CXL) vorgestellt und gemeinsam mit Unternehmen wie Alibaba\*, Cisco\*, Dell EMC\*, Facebook\*, Google\*, HPE\*, Huawei\* sowie Microsoft\*\* ein Konsortium für die Weiterentwicklung von CXL gegründet. Der Interconnect soll Prozessoren, GPUs, Speicher und spezialisierte Beschleuniger-Chips wie FPGAs und Netzwerk-ICs mit niedriger Latenz und hoher Durchsatzrate miteinander verbinden. Die Basis dafür bildet zunächst PCI Express 5.0, später soll PCIe 6.0 folgen.

Auch die Thunderbolt™-Technologie sorgt für eine schnelle Datenübertragung zwischen Computern, Monitoren, Peripheriegeräten und Unterhaltungselektronik. Intel hat in seiner [neuen mobilen PC-Plattform mit 10nm-Prozessor](#) erstmals Thunderbolt 3 integriert. Diese Schnittstelle erlaubt Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 40 Gbit/s im Up- und Download. Um der Industrie eine leistungsstarke, standardisierte Schnittstelle zur Verfügung zu stellen, hat Intel die Thunderbolt-Protokoll-Spezifikation bei der USB Promoter Group eingebracht. Die USB4-Spezifikation wird zudem auf diesem Protokoll basieren.

### **Durch moderne Technologien in die datenzentrierte Zukunft**

Intel hat seit jeher den Anspruch, Vorreiter der globalen Digitalisierung zu sein und passt dafür seine Strategie laufend dem sich wandelnden Markt an. So waren die letzten Jahre von der Entwicklung hin zu einem datenzentrierten Unternehmen, das sich verstärkt auf Rechenzentren und den effizienten Umgang mit den heute anfallenden Datenmengen konzentriert, geprägt. Durch die sechs Säulen der Innovation wird das Ziel, den rasant steigenden Bedarf an Technologien zur schnellen Datenverarbeitung und -Speicherung zu decken, nun noch fokussierter verfolgt. Binnen [fünf Jahren](#) möchte Intel durch moderne, flexible Computing Architekturen mit bis zu 10 Petaflops Rechenleistung und 10 Petabyte Datendurchsatz pro 10 Millisekunden weltweit ausliefern können und so eine wichtige Grundlage für die datenzentrierte Zukunft des IT-Marktes legen.

Copyright © Intel Corporation 2020

3D XPoint, Intel, das Intel Logo, Intel Atom, Intel Core, Intel Optane, Thunderbolt, und Xeon sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.

\*Andere Marken oder Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

\*\*Microsoft ist eine Marke der Microsoft Corporation in den USA bzw. anderen Ländern.

Stand: April 2020