




MARKTANALYSE

KI-PCs: Chancen und Potenziale

Gesponsert von 

ZUSAMMENFASSUNG

Das sprunghaft steigende Interesse an künstlicher Intelligenz (KI) und besonders an generativer künstlicher Intelligenz (engl. Generative AI, GenAI) hat in der Tech-Branche eine fieberhafte Begeisterung ausgelöst, wie es sie selten gegeben hat. Mit dieser Begeisterung einher geht jedoch auch zunehmend die Erkenntnis, dass nicht alle neuen Features, die durch KI ermöglicht werden, in der Cloud bereitgestellt werden können. Daher liegt der Fokus neuerdings wieder auf PCs und anderen Client-Geräten, auf denen KI-Workloads ausgeführt werden können. Intel und andere Hersteller von Halbleitern für PCs reagieren darauf mit neuer Software und Chips, die speziell für die Ausführung von KI-Anwendungen optimiert sind. Intel unternimmt große Anstrengungen, damit PC-Nutzer:innen die Chancen, die sich durch generative KI und andere KI-Anwendungen ergeben, vollumfänglich nutzen können. Beispielsweise hat das Unternehmen das neue System-on-a-Chip (SOC) Intel® Core™ Ultra mit einer Neural Processing Unit (NPU) ausgestattet, einer neuartigen Architektur mit KI-Beschleuniger. Daneben arbeitet Intel auch daran, die Leistung von CPUs und GPUs besser nutzbar zu machen. Diese ersten Ansätze zeigen, dass die TOPS-Leistung einer NPU allein nichts darüber aussagt, welche Möglichkeiten sich durch die Nutzung von KI auf PCs bieten. Um das volle Potenzial von KI auf Client-Geräten auszuschöpfen, ist Software-Unterstützung auf verschiedenen Ebenen nötig, z. B. Entwickler-Tools, ins Betriebssystem eingebettete APIs, Runtime-KI-Frameworks, Deployment-Tools und Treiber auf Systemebene.

„Das Spannendste an KI ist, dass sie den Menschen neue Möglichkeiten aufzeigt, was man mit Computern alles machen kann.“ – Bob O’Donnell,
Chief Analyst

EINFÜHRUNG

Eine der wichtigsten Folgen der aktuellen Begeisterung für KI-basierte Anwendungen ist, dass die Menschen einen ganz neuen Blick darauf werfen, was mit Computern alles möglich ist. Jahrzehntlang schien es so, als ob mit KI lediglich hohe Erwartungen geschürt und dann doch immer wieder enttäuscht würden. Mit der breiten Verfügbarkeit von Foundation-Modellen, die die Basis generativer KI-Anwendungen wie ChatGPT von OpenAI darstellen, hat sich das schlagartig verändert. Über Nacht ist ein neues IT-Zeitalter angebrochen.

GenAI ermöglicht ganz neue Denkansätze sowohl was die Datenverarbeitung angeht als auch in Bereichen wie Kreativität, Produktivität und Kommunikation. Überall auf der Welt suchen Menschen nach neuen Wegen, diese Technologie wirkungsvoll zu nutzen. Dieser Effekt wirkt sich nicht nur auf GenAI, sondern auch auf andere KI-gestützte Anwendungen aus. Tools für die Analyse und Bearbeitung von Bildern und Videos, mehr Produktivität im Büro, die Protokollierung und Zusammenfassung von Besprechungen, die 3D-Modellierung und -Texturierung bis hin zur Entfernung von Bild- und Videoobjekten – sie alle erscheinen nun in einem völlig neuen Licht. Auch „klassische“ KI-basierte Anwendungen z. B. zur Einstellung der Hintergrundunschärfe und Audio-Entrauschung werden anders gesehen, weil sie einige der jetzt verfügbaren KI-fokussierten Rechenressourcen nutzen können.

Bisher lag der Schwerpunkt bei KI-gestütztem Computing vor allem auf Anwendungen und Diensten, die in der Cloud laufen. Tatsächlich ergeben sich jedoch interessante neue Möglichkeiten, diese Art von Anwendungen direkt auf PCs und anderen Client-Geräten auszuführen. Die lokale Ausführung ist nicht nur schnell und einfach machbar, sondern führt in einigen Fällen auch zu mehr Leistung und besserem Output. Wenn Daten auf dem eigenen Gerät genutzt werden können und nicht in die öffentliche Cloud gesendet werden müssen, ist das außerdem ein Riesenvorteil in Bezug auf den Datenschutz und Sicherheit.

Diese neuen Einsatzmöglichkeiten gehen zum Teil auf die enormen Fortschritte zurück, die lokale KI- und GenAI-Lösungen in den vergangenen Monaten erzielt haben. Die rasante Weiterentwicklung und Verkleinerung von Open-Source Foundation-Modellen und Fortschritte im Bereich der Modellquantisierung eröffnen plötzlich Möglichkeiten auf Client-Geräten, mit denen selbst Branchenexpert:innen erst in ein paar Jahren gerechnet hatten. Tatsächlich entwickelten sich die Lösungen für Endgeräte in den vergangenen Monaten in rasantem Tempo und überholten dabei sogar die Fortschritte in der allgemeinen GenAI – und das will etwas heißen!

Die drastische Beschleunigung der On-Device-KI geht – neben beeindruckenden Fortschritten im Bereich der Technik – größtenteils auf praktische Gründe zurück. Vor allem hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Infrastruktur der öffentlichen Cloud angesichts der rasanten

Verbreitung von GenAI-Tools und der Vielzahl immer neuer Angebote einfach nicht ausreicht, um die Nachfrage zu decken. Darüber hinaus gibt es erhebliche Bedenken im Hinblick auf den Energiebedarf, den diese Cloud-basierten Ressourcen mit sich bringen würden. Auch in Bezug auf Kosten, Sicherheit und Effizienz gibt es Fragen, sodass die Ausführung von KI-Workloads in der Cloud auf Dauer keine nachhaltige Lösung ist. On-Device-KI-Lösungen sind deshalb von zentraler Bedeutung, da andernfalls die dynamische Entwicklung von KI-gestützten Anwendungen ausgebremst werden könnte. Es müssen einfach mehr KI-Workloads auf PCs verlagert werden.

EINE AUSGEWOGENE SOC-STRUKTUR

Vor diesem Hintergrund stehen KI-Anwendungen und -Workloads im Fokus, die auf Client-Geräten wie PCs ausgeführt werden können. Dies steht in direktem Zusammenhang mit der Rechenleistung, die moderne PCs bieten können. (Wie weiter unten erläutert wird, muss auch der Software mehr Beachtung geschenkt werden, um die Computer-Hardware entsprechend nutzen zu können.)

Dankenswerterweise sind in diesem Jahr mehrere neue SOC-Architekturen für PC auf den Markt gekommen, die bei der Ausführung von KI-Workloads mehr Leistung und Effizienz bieten als frühere Iterationen. Chips wie der neue Intel® Core™ Ultra (früherer Codename „Meteor Lake“) verfügen über flexiblere CPUs, leistungsfähigere GPUs und eine neuartige Komponente namens NPU (Neural Processing Units), die speziell für verschiedene KI-Workloads optimiert ist.

Gerade die NPU sorgt für ein großes Interesse an diesen modernen SOC-Architekturen und den damit verbundenen Möglichkeiten für On-Device-KI. NPUs wurden entwickelt, um die Durchführung von Matrizenmultiplikationen und anderen mathematischen Gleichungen, die häufig von KI-gestützten Anwendungen bzw. Funktionen verwendet werden, zu beschleunigen. Sie sind besonders nützlich, um die Performance von Algorithmen und anderen Software-Komponenten zu verbessern, die im Hintergrund laufen, wie es bei digitalen und anderen „intelligenten Agenten“ häufig der Fall ist.

So sehr NPUs die Leistungen einiger KI-Anwendungen optimieren können – sind sie längst kein Wundermittel für alle KI-Anwendungen. Tatsächlich werden viele der auf PCs durchgeführten KI-Inferencing-Aufgaben nach wie vor mit CPUs durchgeführt. Andere KI-Workload-bezogene Rechenoperationen können mit GPUs effizienter durchgeführt werden. Das Wichtigste ist, sich vor Augen zu führen, dass praktisch alle KI-gestützten Prozesse, die auf einem PC ausgeführt werden, von jeder der drei Architekturkomponenten eines SOC, also CPU, GPU und NPU, berechnet werden können – nur eben mehr oder weniger effizient. Außerdem sind auf einem Chip wie dem Intel® Core™ Ultra Prozessor, der sowohl über leistungsstarke, aber energiehungrige P-cores als auch über weniger leistungsstarke, aber energieeffiziente E-cores

verfügt, manche Recheneinheiten besser für bestimmte KI-Workloads geeignet als andere. In der Regel werden CPUs für einfache KI-Aufgaben mit nur einer Inferenz und geringer Latenzzeit verwendet, GPUs für KI-intensive Workloads und NPUs für nachhaltige KI und KI-Offload.

Wie so oft geht es darum, das richtige Tool für eine Aufgabe zu wählen. Wie viele von uns aus der Praxis wissen, kann man mit einem Hammer viel mehr machen als das, wofür er eigentlich gedacht ist – aber manche Aufgaben lassen sich mit einem bestimmten Werkzeug schlicht viel einfacher (und schneller!) erledigen.

Wo wir gerade beim Thema sind: Wenn es um die Ausführung von KI-Anwendungen auf PC geht, ist es wichtig, nicht nur über neue Funktionen, sondern auch über entsprechende Leistungs- und Effizienz-Benchmarks zu sprechen. TOPS oder Tera-Operationen pro Sekunde sind für viele Unternehmen die gängigste Kennzahl. Diese Größe wurde ursprünglich für die Messung mathematischer Berechnungen entwickelt. Vor allem der TOPS-Wert der NPU eines Systems steht dabei häufig im Mittelpunkt.

Wie sich zeigt, ist das nicht die beste Kennzahl, wenn es um den Vergleich in der Praxis geht, und zwar aus verschiedenen Gründen. Zum einen sind viele der Meinung, dass der TOPS-Wert nicht viel über die tatsächliche Leistung aussagt – es handelt sich eher um eine vereinfachte, synthetische Kennzahl als um ein Abbild der Realität. Das liegt daran, dass der TOPS-Wert die Anzahl der durchgeführten Berechnungen erfasst, aber nicht die Art der Berechnungen, die oft einen viel größeren Einfluss auf die tatsächliche Leistung hat. Eine weitere Kennzahl sind TOPS per Watt. Diese gibt die Gesamteffizienz auf Grundlage des Stromverbrauchs bei der Durchführung bestimmter Berechnungen an. Dieser Wert gilt zwar allgemein als aussagekräftiger, bietet aber auch keinen idealen Vergleichsmaßstab.

Der TOPS-Wert berücksichtigt zum anderen nicht die grundlegende Tatsache, dass – wie bereits erwähnt – KI-Workloads auf verschiedenen Komponenten eines PC-Systems laufen können (und tatsächlich oft auch laufen). Daher wurde vermehrt über einen TOPS-Wert für das Gesamtsystem diskutiert. Dieser kombiniert die potenziellen TOPS-Werte von CPU, GPU und NPU. Der daraus gewonnene Wert, spiegelt die Leistung von Systemen, auf denen verschiedene Arten von KI-Anwendungen laufen, besser wider.

Doch auch der System-TOPS ist nicht ideal, da er nicht immer die Erfahrungswerte bei der Verwendung verschiedener Anwendungen einbezieht. Ein weiteres großes Problem bei der Messung der KI-Leistung eines PCs besteht darin, dass herkömmliche, rein geschwindigkeitsbasierte Metriken hier wenig sinnvoll sind. In einigen Fällen mag es von Bedeutung sein, wie schnell ein lokal ausgeführter Chatbot mit großem Sprachmodell (Large Language Model, LLM) auf einen Prompt reagiert – den meisten Nutzer:innen ist das jedoch egal. Die Qualität der Antwort und die Auswirkungen auf die Akkulaufzeit wirken sich vermutlich eher darauf aus, wie Nutzer:innen die Leistung eines KI-PCs bewerten.

Gegen das Benchmarking von KI-PCs auf Basis der TOPS spricht noch ein weiterer Grund: Es hat sich gezeigt, dass andere Faktoren einen wesentlich größeren Einfluss auf die Leistung haben können als die TOPS einer bestimmten Komponente (oder auch des Gesamtsystems). Bei vielen LLMs wirken sich die Größe des Systemspeichers sowie die Zugriffsgeschwindigkeit aufgrund des Umfangs der verwendeten Datensätze in deutlich höherem Maße auf die reale Leistung aus. Ganz konkret: Wenn ein schnellerer Zugriff auf mehr Speicher möglich ist, kann das in der Praxis bei Systemen mit niedrigerer TOPS zu einer besseren Performance führen als bei Systemen mit höherer TOPS.

KI-SOFTWARE-TOOLS

Fortschrittliche Hardware-Funktionen sind wichtig. Ohne die richtigen Software-Tools sind sie jedoch – wie so oft in der Computerwelt – nutzlos. Weil sich KI-basierte Software schnell weiterentwickelt, sind Modelle, Algorithmen und Entwicklungs-Frameworks, die auf KI, maschinellem Lernen und Deep Learning basieren, besonders wichtig.

Wie bereits erwähnt wurden enorme Fortschritte erzielt und extrem große, Cloud-basierte Foundation-Modelle, die für GenAI-Anwendungen und -Dienste genutzt werden, so verkleinert, dass sie nativ auf PCs laufen können.

Umfangreiche Modelle wie Llama 2 von Meta und das neue Gemini von Google sind jetzt in kleineren Versionen verfügbar, mit denen Foundation-Modelle mit weniger als 10 Milliarden Parametern direkt auf dem PC ausgeführt werden können – ganz ohne Cloud-Verbindung. Dank der vielen Open-Source-Modelle und solcher Plattformen wie Hugging Face haben Entwickler auch immer mehr die Möglichkeit, Modelle zu erstellen, die speziell für die Ausführung auf Client-Geräten konzipiert sind. Darüber hinaus wurden in letzter Zeit große Anstrengungen unternommen, um größere Modelle so zu quantisieren, dass die begrenzten Ressourcen eines PCs dafür ausreichen. All diese Entwicklungen haben dafür gesorgt, dass aus futuristischer Science Fiction praktisch über Nacht ein Wissenschaftskrimi in Echtzeit wurde. Und noch ist kein Ende dieser Entwicklung in Sicht!

Bei KI-Workloads, die auf PC ausgeführt werden, spielen auch verschiedene Software-Komponenten auf System- und Anwendungsebene eine Rolle. Sie wirken sich erheblich auf die KI-Leistung eines Computers aus. Auf einem Windows-PC etwa sind bestimmte Elemente des Betriebssystems von entscheidender Bedeutung für die Verteilung von KI-basierten Workloads und Funktionen auf die verschiedenen Komponenten der System-Hardware. Insbesondere DirectML dient in Windows als „Verkehrspolizei“ für KI-basierte Anwendungen: Es weist dem jeweils besten Hardware-Element des SOC einzelne Software-Elemente bzw. Unterrountinen einer Anwendung zu. Die aktuellste Version von DirectML verfügt über Reihe von Software-Optimierungen, die speziell von Intel entwickelt und Microsoft zur Verfügung gestellt worden.

Diese zielen darauf ab, das Software-Ökosystem für KI-gestützte Anwendungen auf PC insgesamt besser zu machen (einschließlich auf Systemen mit SOCs anderer Hersteller). Lösungen wie DirectML sind sehr wichtig, um die Leistung in der Praxis zu verbessern, wo oft mehrere KI-gestützte Anwendungen oder Agenten gleichzeitig laufen. In diesem Fall ist es von entscheidender Bedeutung, eine Balance zwischen den Software-Komponenten, die auf verschiedenen SOC-Elementen laufen, herzustellen und die Ergebnisse in Bezug auf Energie und Leistung steuern zu können.

Um mit einer bestimmten Anwendung die optimale Leistung zu erzielen, ist zusätzlich zu den Optimierungen auf Systemebene meist eine enge Zusammenarbeit mit den Software-Entwicklern notwendig. Das Ziel ist dabei sicherzustellen, dass der Code für eine bestimmte Architektur optimiert ist. Hier kann Intel durch die Unternehmensgröße und die große Anzahl beschäftigter Software-Entwickler einen Vorteil bieten. Denn dies ermöglicht die Zusammenarbeit mit einer großen Anzahl von unabhängigen Software-Anbietern (Independent Software Vendor, ISV), die an KI-gestützten PC-Anwendungen arbeiten. Vor diesem Hintergrund ist die neue KI-Software-Initiative von Intel zu sehen, bei der das Unternehmen gemeinsam mit den 100 führenden KI-Anwendungsentwicklern daran arbeitet, dass ihre Anwendungen auf Intel-Silizium so effizient wie möglich laufen.

Der letzte, häufig vernachlässigte Punkt, der in Bezug auf Software erwähnt werden muss, sind die Entwicklungs-Tools. Zur Entwicklung von Anwendungen nutzen Softwareentwickler häufig Tools von CPU-Anbietern. In einer Entwicklungsumgebung wie Intels OpenVINO™ können sie erheblich schnellere und bessere Ergebnisse erzielen. OpenVINO™ enthält einen Modell-Zoo mit über 200 vortrainierten KI-Modellen, die für die Ausführung auf PC entwickelt und getestet wurden (und auf Intel® SOCs besonders effizient laufen). Darüber hinaus verfügt OpenVINO™ über eine API zur Modellkonvertierung, mit der Entwickler neue öffentlich zugängliche bzw. Open-Source-Modelle in OpenVINO™ importieren können. Dadurch haben sie mehr Flexibilität und Optionen bei der Entwicklung ihrer KI-gestützten Anwendungen. OpenVINO™ unterstützt auch Modelle, die in Pytorch und TensorFlow trainiert wurden, und dient als integriertes Backend für Hugging Face Optimum und torch.compile von Pytorch. Anwendungsentwicklern steht so eine breite Palette an Optionen zur Verfügung.

KI-ANWENDUNGEN FÜR PC

Es gibt bereits eine Reihe von PC-Anwendungen und Funktionen auf Systemebene, die die KI-Funktionalität nutzen. Die Windows Studio Effects von Microsoft, die speziell für die Ausführung auf NPUs optimiert wurden, bieten mehr Hintergrundunschärfe in Videos und eine verbesserte Rauschunterdrückung bei Audionachrichten in Echtzeit. Der Clou: Sie sind dabei

wesentlich effizienter, als wenn die gleichen Funktionen auf der CPU oder GPU eines PCs laufen würden.

Noch spannender sind die Möglichkeiten, die sich beispielsweise durch Rewind.ai ergeben, das Intel beim letzten Innovation Day vorstellte. Wie der Name andeutet zeichnet Rewind.ai alles auf, was Sie auf dem PC tun und sagen: von E-Mails über Dokumente und Chats bis hin zu Online-Meetings. Sie können auf all diese Informationen zugreifen und erhalten mit GenAI erstellte Zusammenfassungen. Dies ist ein erster Vorgeschmack auf einen digitalen Assistenten, wie ihn sich viele seit dem Aufkommen früherer, deutlich weniger leistungsfähiger (und weniger nützlicher) Versionen wie Cortana, Siri und Alexa wünschen.

Adobes Lightroom und Vegas' Magix beinhalten in der jeweils neuesten Version GenAI-gestützte Bild- und Videooptimierung und können die lokale PC-NPU nutzen, um schnellere Ergebnisse zu erzielen. Inzwischen gibt es auch andere Imaging Tools, die auf generativer KI basieren und keine Verbindung zur Cloud benötigen. Wie bei allen lokal ausgeführten Anwendungen trägt dies erheblich zur Verbesserung von Datenschutz und Sicherheit bei, da keine Daten in die Cloud geschickt werden.

Wichtig ist auch, darüber nachzudenken, welche Folgen die Verkleinerung von LLM-Modellen für gängigere PC-Anwendungen haben könnte. M365 und Workspace, die Produktivitäts-Suites von Microsoft und Google, greifen in der jeweils neuesten Version zwar für die meisten ihrer GenAI-Funktionen auf die Cloud zu. Doch die Vorstellung, einige dieser Funktionen mithilfe kleinerer LLMs direkt auf dem PC ausführen zu können, ist sehr verlockend. Noch verlockender ist die Möglichkeit, diese LLMs auf Basis der (unternehmens-)eigenen Daten anzupassen. Indem sie mithilfe lokal oder im Intranet gespeicherter Daten angepasst werden, können diese Tools weitaus leistungsfähiger und passgenauer sein als jedes Tool, das über die Cloud verfügbar ist. Darüber hinaus können Rechenoperationen schneller durchgeführt werden, wenn alle verwendeten Daten lokal auf dem Gerät vorhanden sind. Genau genommen ist das vielleicht der wichtigste und entscheidende Grund dafür, KI-Anwendungen lokal auszuführen.

Eine weitere interessante Alternative, die immer mehr Unternehmen ausloten, sind hybride Ansätze: ein Teil der KI-Aufgaben wird in der Cloud ausgeführt und der andere auf dem PC. Ein konkretes Beispiel: Ein Bildbearbeitungsprogramm auf dem PC erstellt ein Bild in bildschirmfreundlicher Version mit niedrigerer Auflösung, erstellt dann aber separat eine Version mit höherer Auflösung über ein Cloud-basiertes Modell. Die Version in niedrigerer Auflösung kann schnell und einfach auf dem PC bearbeitet werden. Gespeichert wird aber die Cloud-basierte Version. In der stark regulierten Gesundheitsbranche gibt es bereits erste Unternehmen, die mithilfe mehrerer Modelle maßgeschneiderte E-Mails erstellen, in denen über medizinische Verfahren berichtet wird. Dabei werden vertrauliche, personenbezogene Daten in einem lokalen Modell auf dem PC verarbeitet, während die allgemein gehaltenen

Inhalte der E-Mail mit einem großen, Cloud-basierten LLM erstellt werden. Die fertige E-Mail Nachricht wird dann durch Zusammenfügen dieser beiden Elemente generiert. Dieses Beispiel – von dem es im Lauf des Jahres 2024 vermutlich viele weitere geben wird – zeigt, wie nahtlos sich generative KI in Zukunftsabläufe einfügen wird. Außerdem wird deutlich, dass PCs in Bezug auf den Einsatz generativer KI eine viel größere Rolle spielen werden, als vielleicht anfangs gedacht.

Um das nochmal zu verdeutlichen: Einige PC-basierte Anwendungen benötigen leistungsstarke NPUs, um effizient bzw. überhaupt zu laufen. Die große Mehrheit der Anwendungen jedoch, die für den PC entwickelt wurden, nutzen die NPU, sofern verfügbar, lediglich als Beschleuniger. Vom Prinzip her verhält es sich ähnlich wie mit der GPU. Auf Systemen mit leistungsstarkem dedizierten Grafikprozessor werden bestimmte Funktionen schneller ausgeführt. Bei Systemen mit integrierter Grafiklösung laufen manche Spiele vielleicht nur in niedriger Auflösung oder mit langsameren Bildraten, aber sie laufen in den meisten Fällen trotzdem. Sobald immer mehr PCs über leistungsstarke NPUs verfügen, werden Software-Entwickler diese Option vermutlich verstärkt nutzen. Aber wie bei jedem technologischen Fortschritt braucht es einige Zeit, bis die Neuerungen tatsächlich zum Tragen kommen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es dürfte unbestritten sein, dass uns GenAI und KI im Allgemeinen völlig neue Möglichkeiten eröffnen, die wir vom PC aus nutzen können. Nachdem sich viele von uns mit dem Gedanken angefreundet hatten, dass KI-Tools nur über die Cloud genutzt werden können, wird jetzt mehr und mehr klar: On-Device-KI ist nicht nur möglich, sondern auch notwendig. Und in nicht allzu ferner Zukunft wird sie sogar noch bessere Ergebnisse ermöglichen, als es Cloud-basierte Lösungen derzeit tun.

Kein Wunder also, dass so viele Menschen begeistert sind von den aktuellen Entwicklungen in der Computerwelt. Viele sprechen von einer historischen Chance, die Dinge auf eine völlig neue Art und Weise zu tun.

Und trotz anfänglicher Zweifel ist jetzt klar: PCs werden bei den zukünftigen Entwicklungen eine zentrale Rolle spielen. Sowohl bei den Systemarchitekturen als auch bei PC-basierten Software-Anwendungen und -Tools gibt es aktuell große Fortschritte – Anzeichen dafür, dass der PC an der Schwelle einer Renaissance steht. Zugegeben, noch ist nicht klar, wie zukünftige Leistungssteigerungen am besten gemessen werden können. Es könnte durchaus an der Zeit sein, Benchmarks und andere Messverfahren ganz anders anzugehen.

Unabhängig davon, wie diese Fragen gelöst werden, ist es definitiv eine spannende Zeit für die PC-Branche, und das sollten wir zu schätzen wissen.