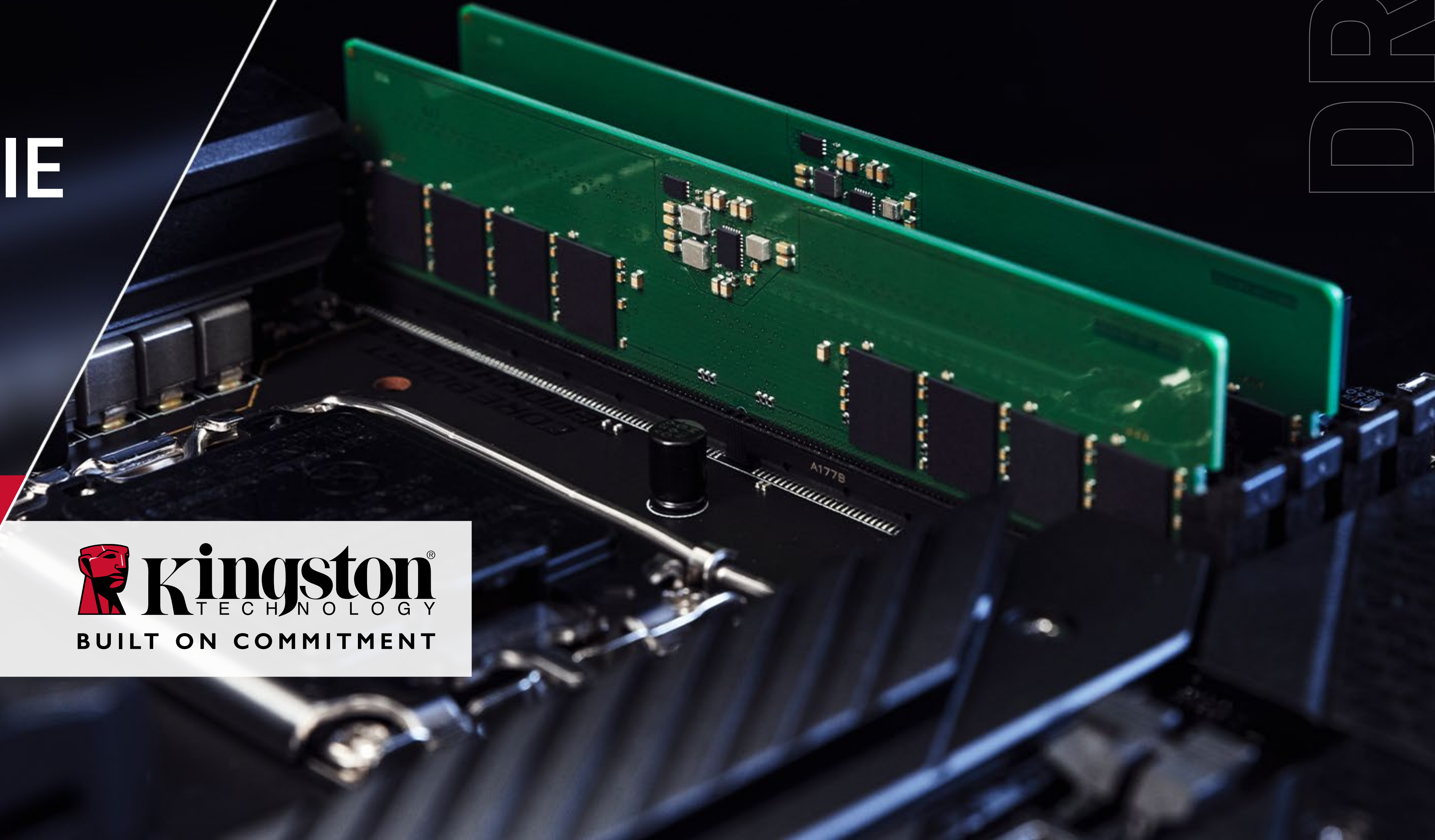


DIE ENTWICKLUNG DER ARBEITS- SPEICHER- TECHNOLOGIE

DRAW



Kingston[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT



Vorwort und Inhalt

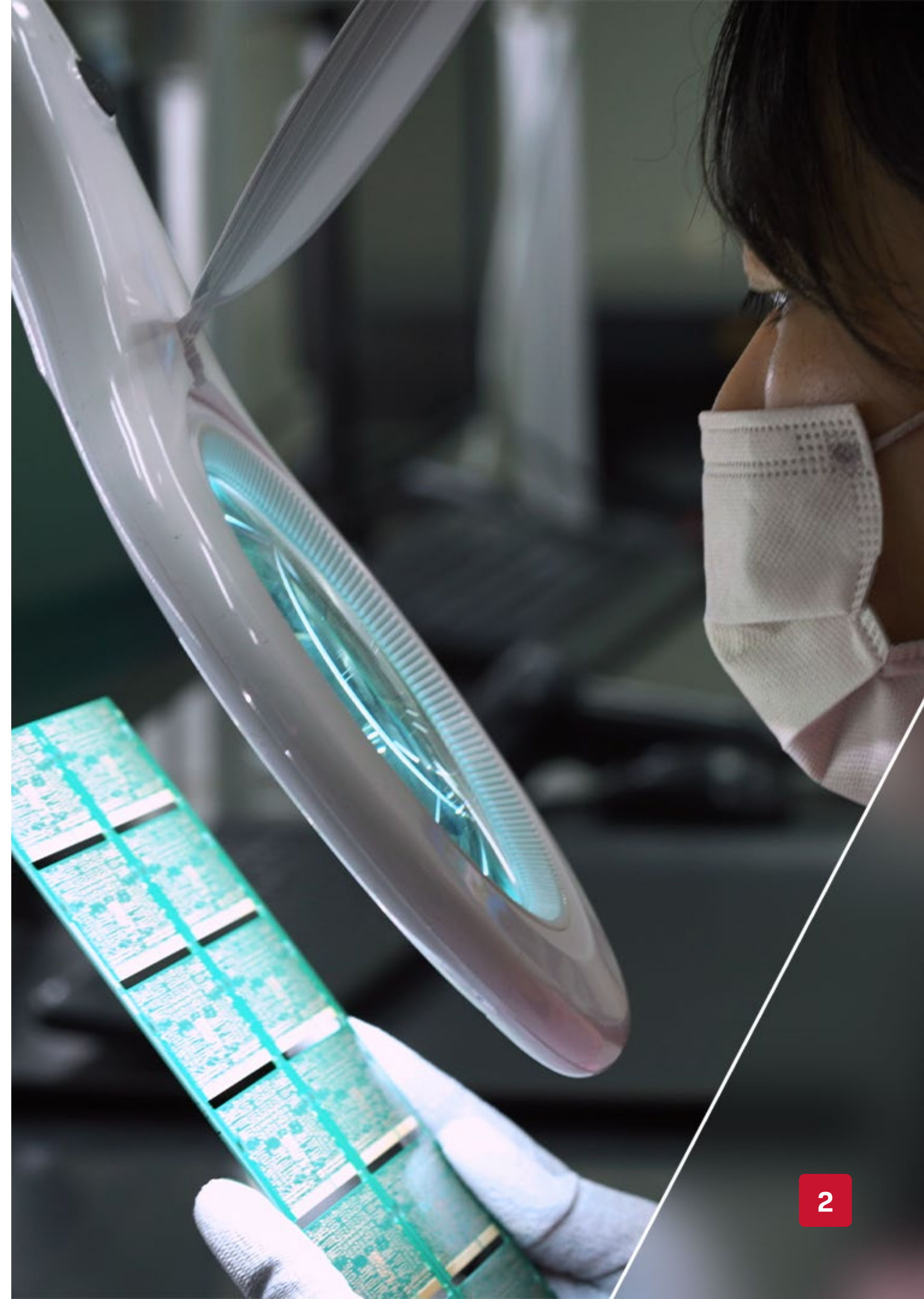
Die Entwicklung des dynamischen Direktzugriffsspeichers (Dynamic Random Access Memory, DRAM) vom Fast-Page-Modus (FPM) über den synchronen Speicher (SDRAM) bis hin zum Speicher mit doppelter Datenrate (DDR SDRAM), der jetzt in der 5. Generation (DDR5) vorliegt, stellt einen bedeutenden Fortschritt in der Computertechnologie dar, der durch den Bedarf an höherer Leistung, größerer Bandbreite und verbesserter Energieeffizienz angetrieben wird. Mit der Welle von KI-Anwendungen steigt diese Nachfrage weiter an, wobei DDR5 und HBM (High Bandwidth Memory DRAM) in Rechenzentren und Client-Systemen stark an Bedeutung gewinnen. DDR-SDRAM gilt als das Arbeitspferd unter den Halbleiterspeichern und nimmt dank seines geringen Stromverbrauchs und seiner hohen Leistung und der schnellen Datenübertragung an den Prozessor einen einzigartigen Platz in der Branche ein.

Nach Ansicht von Branchenexperten ist ein Ende von DRAM als hauptsächliche Speichertechnologie nicht in Sicht. Aber weshalb ist dieser Speichertyp so geeignet, die Anforderungen heutiger Unternehmen in Bezug auf Leistung und Architektur zu erfüllen? Sind manche Typen besser für Server als für Desktop-PCs geeignet? Wie entwickelt sich die Technologie und was sind die typischen Herausforderungen und Anwendungsfälle? In diesem eBook werden diese Fragen behandelt und mithilfe einiger technischer Experten von Kingston wird untersucht, was die Zukunft für DRAM bereithält.

Inhaltsverzeichnis

Seiten

Mitwirkende	3
Die Entwicklung von DRAM: Von FPM zu DDR5 SDRAM	4
DRAM-Typen und wesentliche Unterschiede	5
Die Bedeutung von Latenz und Geschwindigkeit	6
Typische Anwendungsfälle und Auswirkungen auf die Workload	7
DRAM-Kompatibilitätsprobleme und Überlegungen zum Aufrüsten	8 - 9
Herausforderungen bei der DRAM-Herstellung meistern	10
DRAM-Entwicklung: Der Einfluss von Markttrends	11
Die Zukunft der DRAM-Technologie	12
Fazit	13



Mitwirkende

Dieses eBook wurde von zwei Kingston-Experten erstellt.



Mike Mohny | Kingston Technology

Mike Mohny ist Senior Technology Manager bei Kingston Technology mit Sitz in Fountain Valley, Kalifornien. Er arbeitet seit 1996 bei Kingston und bringt über 28 Jahre Erfahrung in das Unternehmen ein.

In seiner Funktion war Mike maßgeblich an der Leitung und Weiterentwicklung von Kingstons Technologieinitiativen beteiligt, insbesondere im Bereich DRAM und Arbeitsspeicherlösungen. Sein Fachwissen und seine Führungsqualitäten haben wesentlich dazu beigetragen, dass Kingston heute zu den führenden Drittanbietern von DRAM-Lösungen gehört.

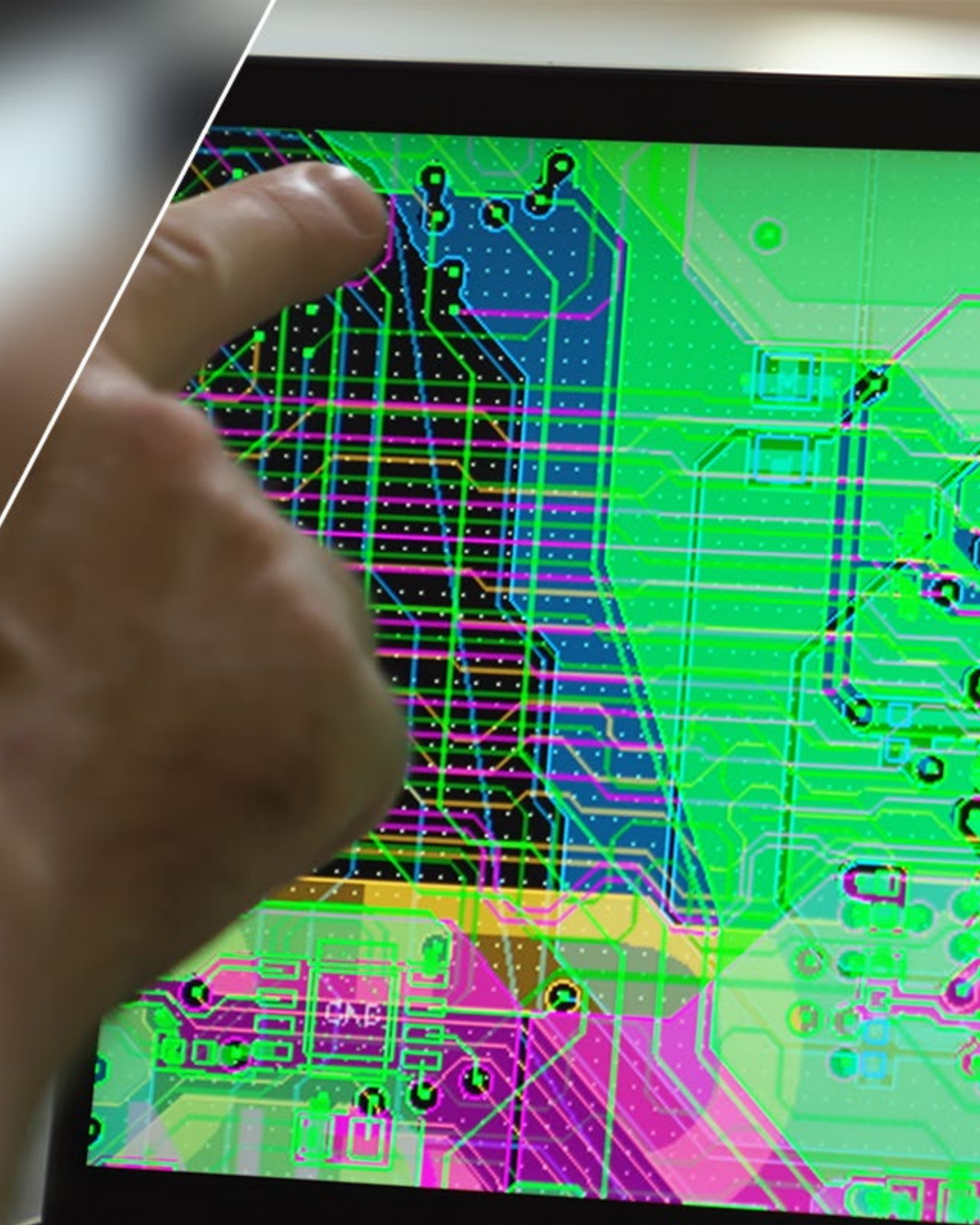


Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Geoffrey Petit ist Teamleiter der Gruppe Technical Resources bei Kingston Technology Europe. Er kam 2016 als Technical Support Engineer zu Kingston und bietet technischen Support für Kunden in der EMEA-Region nach dem Verkauf, führt technische Schulungen für Kollegen und neue Mitarbeiter durch und testet neue Produkte.

Geoffrey Petit und sein Team sind für den technischen Support für Kunden und bei Fragen vor dem Verkauf von Business Managern, Marketing, Insides Sales Team, Kunden und Schlüsselmitarbeitern zuständig.





Die Entwicklung von DRAM: Von FPM zu DDR5

Mitte der 1980er Jahre war die PC-Revolution mit der Einführung des 80486-Prozessors in vollem Gange. FPM-(Fast Page Mode-) DRAM auf SIMMs (Single In-Line Memory Modules) waren die wichtigste Speichertechnologie. Die Notwendigkeit, die Leistung zu erhöhen, führte Anfang der 1990er Jahre zur Entwicklung von EDO-(Extended Data Out-)DRAM, gefolgt von SDRAM und dem DIMM (Dual In-line Memory Module), das effizienter arbeitete, da es am CPU-Takt ausgerichtet war und mit einer einzigen Datenrate arbeitete. Im Jahr 2000 wurde der erste DDR (Double Data Rate) SDRAM eingeführt, der die Datenrate verdoppelte, indem er Daten sowohl bei der steigenden als auch bei der fallenden Flanke des Taktsignals übertrug. Außerdem war er stromsparender als sein Vorgänger, da der Verbrauch auf 2,5V pro Modul im Vergleich zu 3,3V sank. DDR SDRAM wurde unter der sorgfältigen Planung des Industriestandardisierungsgremiums (JEDEC) weiterentwickelt, wobei die 2. Generation DDR (DDR2) im Jahr 2003 auf den Markt kam. Im Jahr 2007 folgte DDR3 und 2014 DDR4. Mit jeder Generation wurden die Speichergeschwindigkeiten und -kapazitäten erhöht und die Betriebsspannung gesenkt, wobei Verbesserungen in der Halbleiter-Wafer-Lithografie und die immer kleiner werdenden Speicherzellen zum Tragen kamen.

Im Jahr 2021 wurde dann DDR5 SDRAM eingeführt, was einen großen Fortschritt in der Speichertechnologie darstellte. DDR5 debütierte mit einer Geschwindigkeit von 4.800MT/s, was einer 50%igen Steigerung der Bandbreite gegenüber der letzten Geschwindigkeit von DDR4 mit 3.200MT/s entspricht. Zusätzlich zur Geschwindigkeit enthielten DDR5-Module einen Power-Management-IC (PMIC), der dazu beitrug, die von den verschiedenen Komponenten des Speichermoduls benötigte Leistung zu regulieren, was eine bessere Leistungsverteilung als bei früheren Generationen ermöglichte, die Signalintegrität verbesserte und Verzerrungen reduzierte. Der Trend zur Senkung des Stromverbrauchs setzte sich fort, wobei DDR5 nur noch 1,1V für den Betrieb benötigt. Auch die Datenintegrität wurde

erheblich verbessert, z.B. durch den On-Die ECC (Error Correction Code), der Bitfehler innerhalb der DRAM-Komponente erkennt sowie korrigiert und somit die Wahrscheinlichkeit von Datenfehlern verringert.



Zusätzlich zu den primären Verbesserungen in Bezug auf Leistung, Stromverbrauch und Speicherdichte wurden in jeder neuen Generation viele weitere Funktionen umgesetzt. Dazu gehören eine erweiterte Fehlerkorrekturtechnologie, Verbesserungen der Signalintegrität, zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung von Hardware-Hacking-Schwachstellen und neue Formfaktoren.

Mike Mohney | Kingston Technology



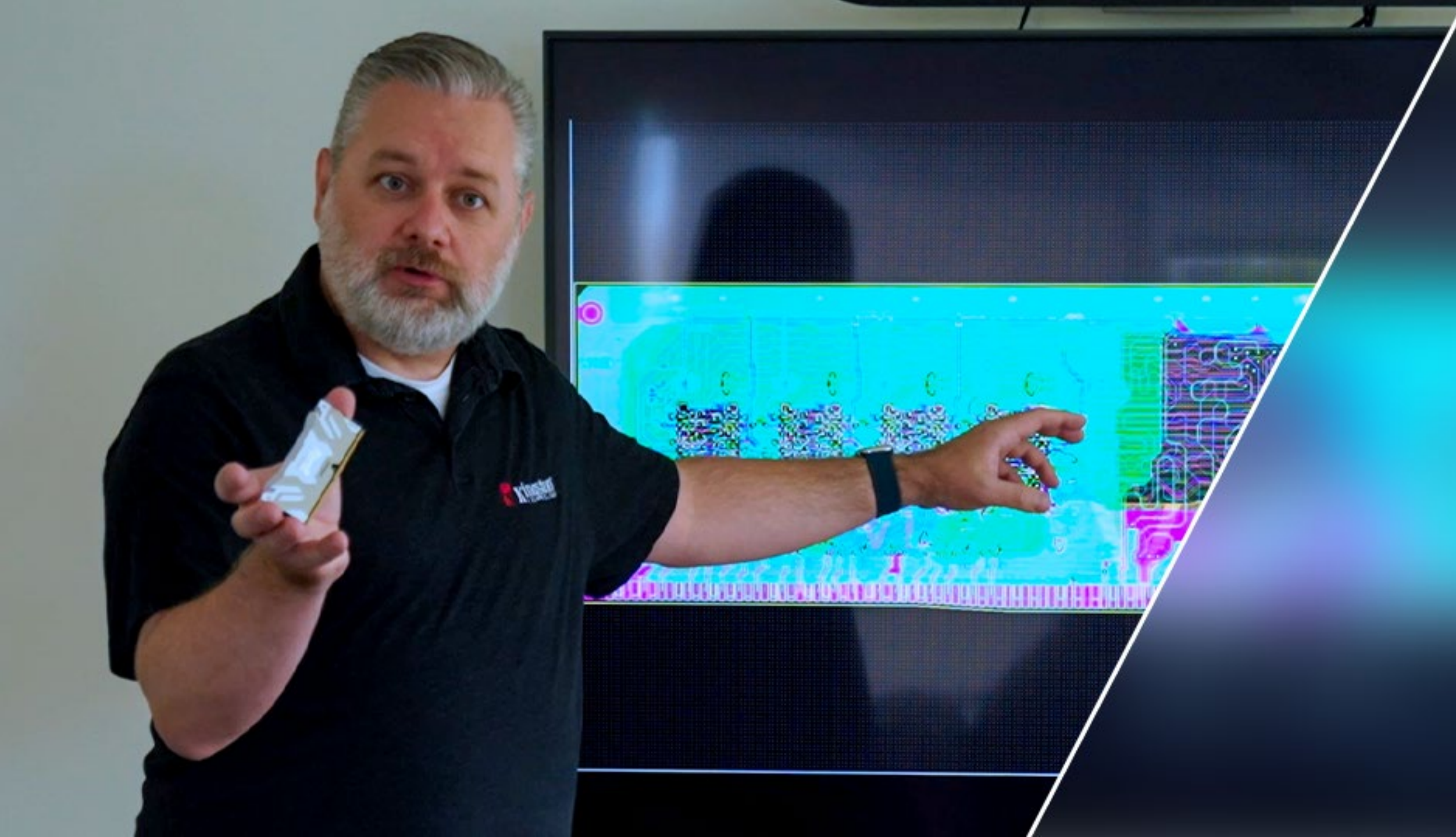
Seit der Einführung von DDR5 gab es vier geplante Geschwindigkeitssteigerungen, die von aufeinander folgenden Intel- und AMD-Plattformen unterstützt wurden. In der Vergangenheit wurden die Speichergeschwindigkeiten einmal pro Jahr erhöht, und zwar in einem bestimmten Rhythmus, der durch die Standards der Speicherindustrie festgelegt und durch neue Chipsätze ermöglicht wurde. Das Überspringen von Geschwindigkeitsbereichen bei DDR5 war zum Teil auf den Wettbewerb seitens der Chipsatz- und Prozessorhersteller sowie auf die Nachfrage nach Hochleistungsspeicher für speicherbandbreitenintensive Anwendungen wie KIs zurückzuführen.



Höhere Speicherdichten waren nun möglich, d.h. es konnte mehr Speicherkapazität auf einem einzigen Modul erreicht werden, was für Server und Hochleistungsrechner entscheidend war.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe





DRAM-Modultypen und wesentliche Unterschiede

Das JEDEC-Industrienormungsgremium legt nicht nur die Spezifikationen für DRAM-Speicher fest, sondern auch die Formfaktoren, auf denen der DRAM untergebracht ist, um verschiedenen Computerplattformen und Umgebungen gerecht zu werden.

Ungepufferte Module, wie **unbuffered DIMMs (UDIMMs)** und unbuffered **Small Outline DIMMs (SODIMMs)** sind die gängigste Art von Speichermodulen, die in Desktop-Computern und Laptops eingesetzt werden.

Das Hinzufügen von DRAM-Komponenten zur Unterstützung von Error Correction Code (ECC) ermöglicht **ECC UDIMMs** und **ECC SODIMMs** zur Unterstützung von gebräuchlichen Workstation-Systemen. Diese bieten wichtige Unterstützung für die Datenintegrität bei speicherintensiven Anwendungen.

Die ECC Registered DIMMs (RDIMMs) für Single- oder Multi-Prozessorserver verfügen über eine Registerkomponente auf dem Modul, die die Daten zwischen dem DRAM und dem Memory Controller puffert. Dies ist besonders in Umgebungen wichtig, in denen große Mengen an Speicherplatz benötigt werden und die Zuverlässigkeit der Daten entscheidend ist.

Load Reduced DIMMs (LRDIMMs) sind mit Datenpuffern ausgestattet, um die Belastung des Memory Controllers zu reduzieren, der sonst die Speichergeschwindigkeit zum Ausgleich herunterschalten würde. Die LRDIMM-Technologie ermöglicht Module mit großer Kapazität ohne Leistungseinbußen und wurde erstmals 2012 für DDR3 eingeführt und 2014 für DDR4 weiterentwickelt.

Low Power DDR (LPDDR) kam 2006 als Lösung für mobile Geräte auf den Markt, um Akkuleistung zu sparen. Obwohl LPDDR5 in der Regel direkt auf eine Systemplatine gelötet ist, kann er seit 2024 auch auf dem CAMM2-Formfaktor (Compression Attached Memory Module) verwendet werden, wodurch eine modulare Lösung entsteht, die Hersteller in Laptops oder PCs mit kleinem Formfaktor einsetzen können.

Neben DDR SDRAM ist die am schnellsten wachsende Speicherkategorie **High Bandwidth Memory (HBM)**, die 2008 von AMD entwickelt wurde, um die steigende Nachfrage nach Hochleistungs-Arbeitsspeicher mit hoher Kapazität zur Unterstützung von GPUs mit niedrigerem Stromverbrauch zu befriedigen. HBM verwendet eine Hochgeschwindigkeitsschnittstelle, um einen 3D-Stapel von SDRAM-Schichten in einem einzigen Chip-Paket zu verwalten. Dies ermöglicht breite (mehr als 128-Bit) adressierbare Speicherzugriffe und zielt speziell auf Grafikkarten, On-Package-Prozessorspeicher und KI-Beschleunigerkarten ab.



In den letzten zehn Jahren wurden mehrere Generationen von HBM entwickelt, um die Unterstützung für höhere Speicherkapazitäten in mehr Schichten, breitere Datenbusse und einen höheren Leistungsdurchsatz zu verbessern. Allerdings wird HBM-Arbeitsspeicher zurzeit nicht in Speichermodulen verwendet und gilt nicht als praktikable alternative Technologie zu DDR DRAM, um den Preis pro GB zu senken.

Mike Mohny | Kingston Technology



Die Bedeutung von Latenz und Geschwindigkeit

Latenz und Geschwindigkeit sind zwei Schlüsselattribute, die vom Normungsgremium der Speicherindustrie (JEDEC) definiert und als Leistungskennzahlen verwendet werden.



In der Datenverarbeitung gibt es viele verschiedene Arten von Anwendungen, die für ihre Arbeitslast eine bestimmte Hardwarekomponente mehr nutzen als eine andere. RAM-gebundene Anwendungen profitieren von einer hohen Speichergeschwindigkeit und niedrigeren Latenzen, im Gegensatz zu Anwendungen, die auf Speicher oder GPUs ausgerichtet sind.

Mike Mohny | Kingston Technology

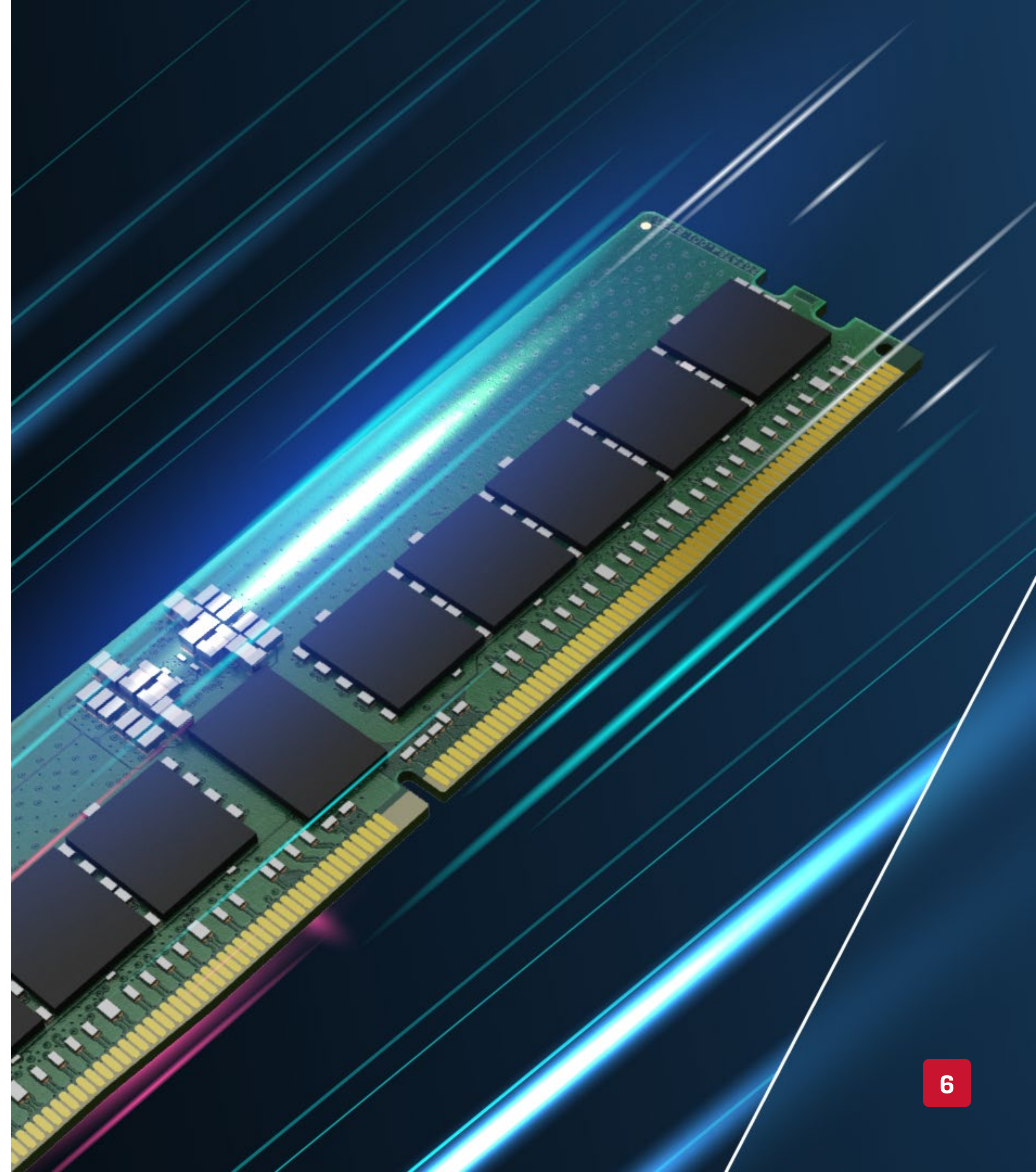


Für jede neue Speichertechnologie legt JEDEC die Standardgeschwindigkeiten und -taktungen fest, die von Speicherherstellern, Prozessor- und Chipset-Architekten sowie Motherboard-/Systemherstellern verwendet werden, um die Kompatibilität zu gewährleisten. Mit der Erhöhung der branchenüblichen Speichergeschwindigkeit steigen auch die Latenzen. Dies ist häufig ein kontroverser Punkt und wird von Benutzern missverstanden, die glauben, dass höhere Standardgeschwindigkeiten durch erhöhte CAS-Latenzen zunichte gemacht werden. Die Gesamtlatenz, die eine Kombination aus Geschwindigkeit und Timing ist, ist jedoch eine genauere Methode zur Messung der Speicherleistung in Nanosekunden. Dies bezieht sich auf die Zeit, die der Prozessor benötigt, um Daten aus dem Speicher zu empfangen.



Wenn es um die Auswirkungen auf Rechenaufgaben geht, ist ungepufferter Speicher ideal für Desktop-PCs und Workstations, die schnelle Reaktionszeiten benötigen. Arbeitsspeicher der Serverklasse, wie Registered und Load Reduced DIMMs, eignen sich hervorragend für Rechenzentren, in denen Stabilität, Fehlerkorrektur und die Verarbeitung großer Datensätze wichtiger sind als Latenzen.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe





Typische Anwendungsfälle und Auswirkungen auf die Workload

Endbenutzer und Architekten von Rechenzentren wählen Plattformen auf der Grundlage ihrer Anwendungs- und Workload-Anforderungen. Der Bedarf der Anwendungen an Speicherkapazität und Leistung bestimmt wiederum den Typ der ausgewählten und konfigurierten Module.

In der Speicherindustrie wird bei Komponenten und Modulformfaktoren zwischen Endkunden- (auch PC-) und Serverklassen unterschieden. Zu den Systemen der Endkunden-Klasse gehören Desktop-PCs und Laptops, die nicht-ECC-Speicher nach Industriestandard in den Formfaktoren UDIMM/CUDIMM (ungepufferter DIMM), SODIMM/CSODIMM und CAMM2 verwenden. Systeme der Serverklasse, einschließlich Desktop-Workstations und mobiler Workstations, verwenden dagegen Speichermodule, die ECC (Error Correction Code) unterstützen.

Für Endverbrauchergeräte wird die Einfachheit und Geschwindigkeit von ungepuffertem Speicher bevorzugt. Desktop- und Laptop-Computer sind nicht für einen 24-Stunden-Betrieb ausgelegt und werden in der Regel ausgeschaltet, wenn sie nicht in Gebrauch sind. Die Arten von Anwendungen und Arbeitslasten auf diesen Systemen sind auch für die Toleranzen der Speicherkomponenten nicht so anspruchsvoll wie bei Servern, wodurch keine ECC-Unterstützung erforderlich ist.

Auf der anderen Seite profitieren komplexere Systeme wie Server und Hochleistungs-Workstations, die für den Dauerbetrieb ausgelegt sind, von der zusätzlichen Stabilität und Zuverlässigkeit, die ECC Registered (RDIMMs) und Load Reduced DIMMs (LRDIMMs) bieten. Module der ECC-Klasse unterstützen die Fehlerkorrektur für beschädigte Daten und verhindern damit, dass der Server abstürzt oder wichtige Informationen verloren gehen. Diese Module zeichnen sich auch durch hochwertigere DRAM-Komponenten aus, die auf höheren Toleranzen und geringere Ausfallraten getestet werden.

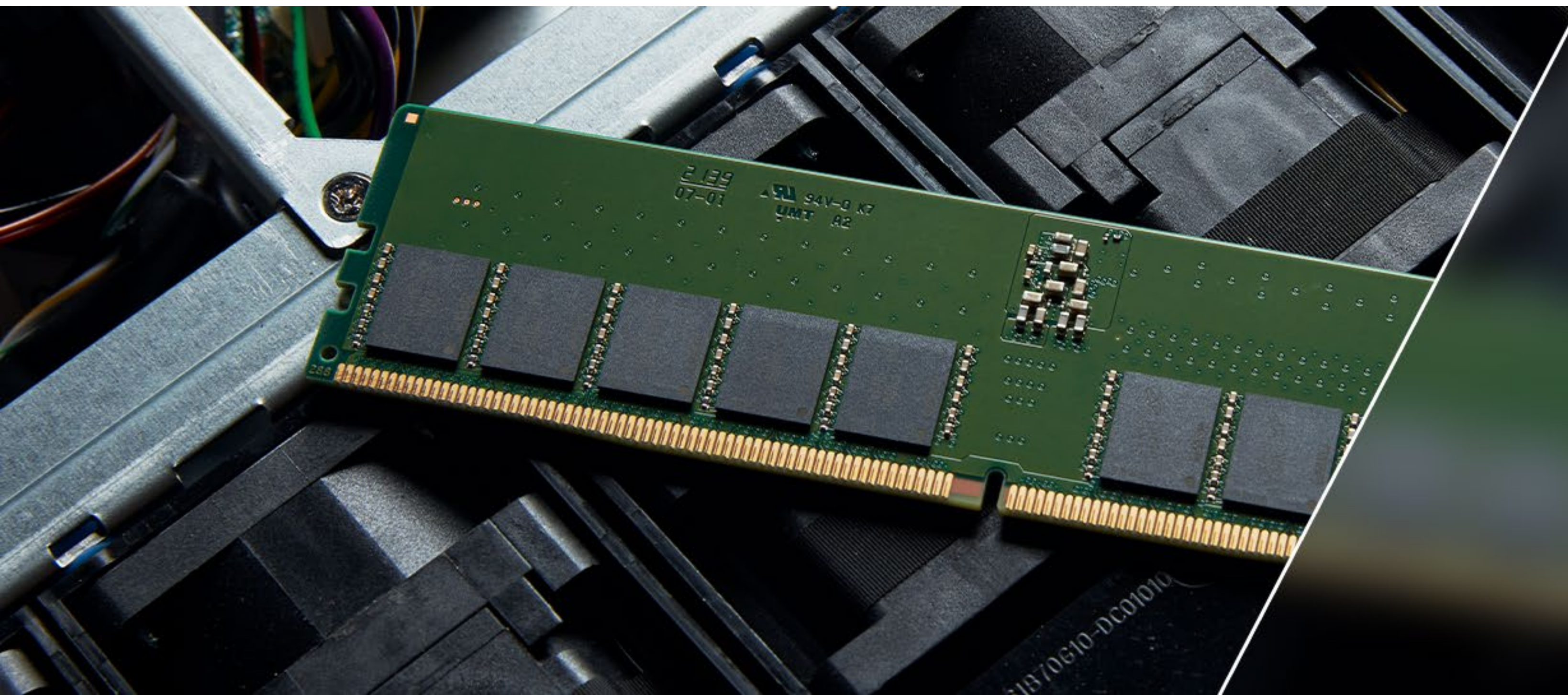
DRAM-Kompatibilitätsprobleme und Überlegungen zum Aufrüsten

Neben den Überlegungen zu Anwendungsfällen, Anwendungen und Arbeitslasten kann die Bedeutung des Markenrufs bei der Beurteilung von Speicheroptionen nicht hoch genug eingeschätzt werden. Im Allgemeinen haben Speicherhersteller weniger Kompatibilitätsprobleme, wenn sie in eine Testinfrastruktur investieren, um ihre Speicherdesigns mit den Chipset-Architekten (wie Intel und AMD) zu validieren und mit Motherboard- und Systemherstellern zusammenzuarbeiten, um Speicherqualifizierungen durchzuführen. Unter Intel, AMD, den Motherboard-Herstellern, den großen System sowie den Speicherherstellern ist ein starkes Ökosystem von gegenseitigen Kontrollmechanismen in Existenz. Aber nicht alle Anbieter von Speichermodulen nehmen daran teil.

Wenn inkompatibler DRAM installiert wird, kann das Booten eines Systems verhindern. Für das Aufrüsten oder den Ersatz des Arbeitsspeichers sollten Sie vor dem Kauf immer das Motherboard-Handbuch oder die Website des Herstellers konsultieren und Folgendes berücksichtigen:

1. Motherboard-Unterstützung: Überprüfen Sie, welche Speichertechnologie und welchen Modultyp das Motherboard unterstützt (z.B. DDR4, DDR5, RDIMM vs. UDIMM).

- 2. Geschwindigkeit:** Die Upgrades müssen der Geschwindigkeit des aktuellen DRAMs entsprechen oder sie übertreffen, um Leistungsprobleme zu vermeiden. Innerhalb einer DDR-Generation sind die Geschwindigkeiten im Allgemeinen abwärtskompatibel. Wenn Sie also ein Standardbauteil mit 3.200MT/s kaufen, können Sie sicher sein, dass es auch in Systemen funktioniert, die 2.666MT/s benötigen.
- 3. Kapazität:** Wählen Sie die Module so aus, dass sie in identischen Paaren oder Gruppen installiert werden können, die mit der Architektur des Motherboards übereinstimmen, und versuchen Sie immer, mehr Kapazität bereitzustellen, der auch den zukünftigen Speicherbedarf berücksichtigt.
- 4. Mischen von DRAM-Modulen:** Das Mischen verschiedener DRAM-Typen (Breite, Dichte, Marke) in Paaren oder Gruppen kann zu Instabilitäten führen. Die Installation in identischen Paaren oder Gruppen von Modulen entsprechend der Speicherarchitektur des Motherboards verringert die Wahrscheinlichkeit von Problemen. Fehlerkorrektur: Wenn ECC Unbuffered-Module in einer Endkunden- oder einer Mainstream-Workstation installiert werden, muss sichergestellt werden, dass das Motherboard und das Prozessormodell die ECC-Funktion unterstützen.
- 5. Fehlerkorrektur:** Wenn ECC Unbuffered-Module in einer Endkunden- oder einer Mainstream-Workstation installiert werden, muss sichergestellt werden, dass das Motherboard und das Prozessormodell die ECC-Funktion unterstützen.



“
DDR4 RDIMMs und LRDIMMs verwendeten beispielsweise denselben Modulschlüssel (Kerbe) wie ungepufferte DIMMs. Wenn sie in einem Desktop-System installiert sind, funktionieren RDIMMs und LRDIMMs nicht. Die Breite und Dichte der DRAM-Komponenten kann sich ebenfalls auf die Kompatibilität auswirken, da einige Chipsätze nicht mit bestimmten DRAM-Breiten oder hohen Dichten funktionieren.
”

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

DRAM-Kompatibilitätsprobleme und Überlegungen zum Aufrüsten

Die Speicherindustrie befindet sich im ständigen Wandel und entwickelt Module für die Anforderungen der nächsten Generation, ohne dabei die Bedürfnisse der Computer von heute und gestern aus den Augen zu verlieren. Für die Hersteller von Speichermodulen ist es daher von entscheidender Bedeutung, ein umfangreiches Archiv von Computerplattformen zu unterhalten, die mehrere Generationen zurückreichen.



Das Testen neuer Speicherkomponenten auf älteren Systemen, auch als Regressionstest bezeichnet, ist ein sehr wichtiger Schritt, den einige Speichermodulhersteller aus Kostengründen auslassen. Dies ist ein Bereich, in dem es häufig zu Kompatibilitätsproblemen kommt.

Mike Mohny | Kingston Technology



Die Pflege einer umfassenden Datenbank zur Systemkompatibilität ist ebenfalls ein Schlüssel zur Vermeidung von Problemen. Als einer der einzigen Anbieter von Speichermodulen in der Welt, der aktiv ein Datenbankarchiv mit über 40.000 Computersystemen unterhält, können die Ingenieure von Kingston genauer mitteilen, welche Speicheraufrüstungsoptionen mit den Tausenden von aktuellen und älteren Computermodellen auf dem Weltmarkt kompatibel sind. Die Unterschiede zwischen den Chipsätzen und Prozessorgenerationen von Intel und AMD werden den Nutzern häufig und in einigen Fällen sogar absichtlich nicht mitgeteilt. Kingston hat es sich zum Ziel gesetzt, den Anwendern das nötige technische Wissen zu vermitteln, damit sie die beste und kompatibelste Option für ihren Computer auswählen können.



Kompatibilitätsprobleme können auftreten, wenn die Komponenten nicht mit einem Chipsatz oder BIOS abgestimmt oder optimiert wurden. Häufig können Kompatibilitätsprobleme auch durch die Verwendung nicht unterstützter DRAM-Konfigurationen oder Modultypen in einem System hervorgerufen werden.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Herausforderungen bei der DRAM-Herstellung meistern

Die Kompatibilität kann zwar ein Problem sein, wenn sie nicht richtig angegangen wird, aber sie stellt nicht das einzige Problem dar. Die Komplexität des Designs, die Präzision bei der Montage und die Qualitätskontrolle tragen alle zu den primären Herausforderungen der DRAM-Fertigung bei. Als führender Hersteller von DRAM-Modulen sind es genau diese Herausforderungen, denen Kingston sich stellt. Für jede dieser Herausforderung gibt es jedoch eine eigene Lösung:

Beginnen wir also damit, wie wir unsere Speicherlösungen konzipieren.

- » **Komplexität des Designs:** Jeder DRAM-Modultyp, den wir entwerfen, hat einzigartige Eigenschaften, sei es DDR4 oder DDR5, Unbuffered oder Registered und viele andere – dadurch wird das Design noch komplexer. Dies erfordert fortschrittliche Technik und präzise Integration, um die Zuverlässigkeit und die Leistung zu gewährleisten.
- » **Lösung:** Wir setzen spezielle Design-Software und strenge Testprotokolle ein, um sicherzustellen, dass jeder Speichertyp wie vorgesehen und fehlerfrei funktioniert.

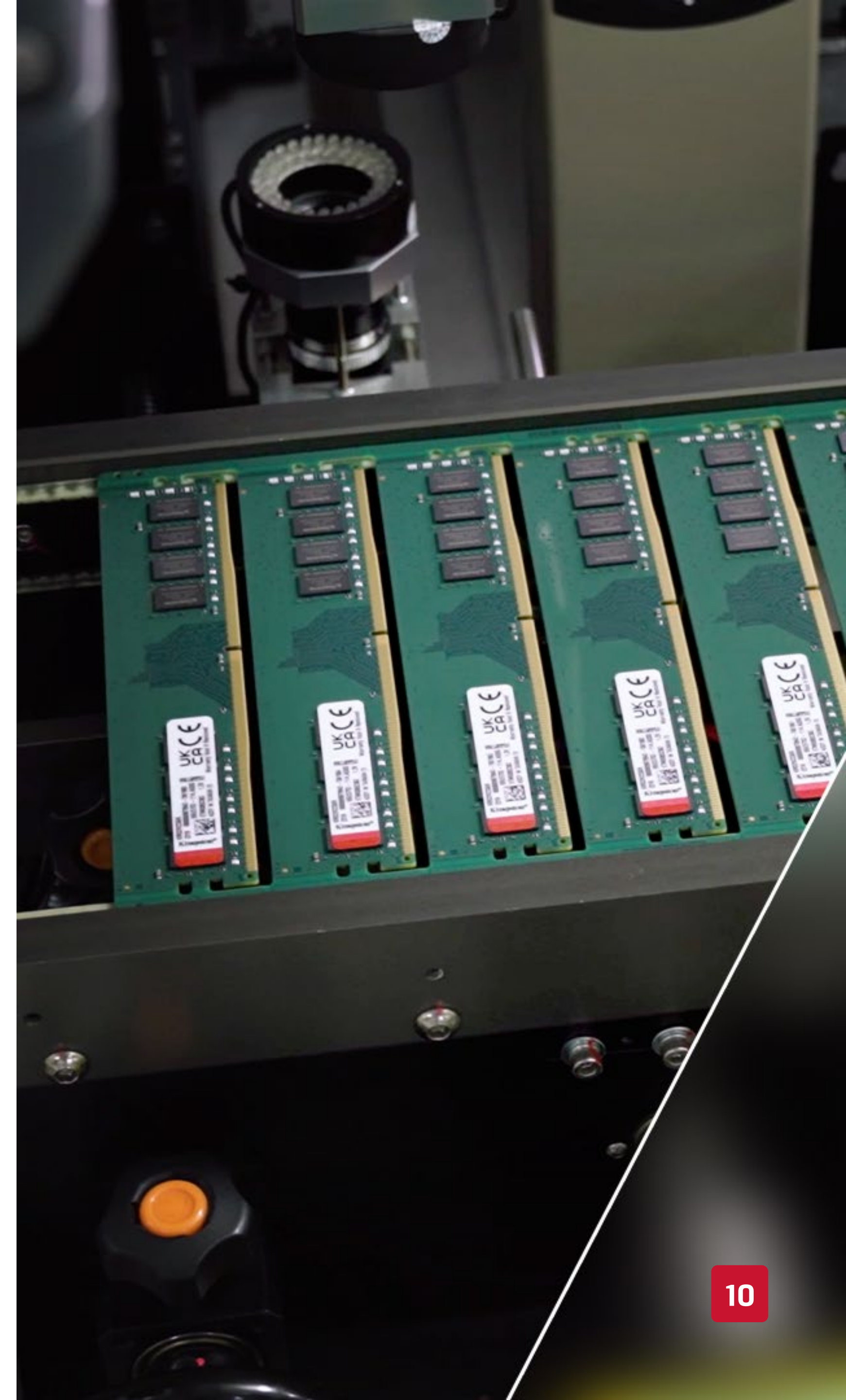
Wir arbeiten dann mit führenden DRAM-Halbleitern zusammen.

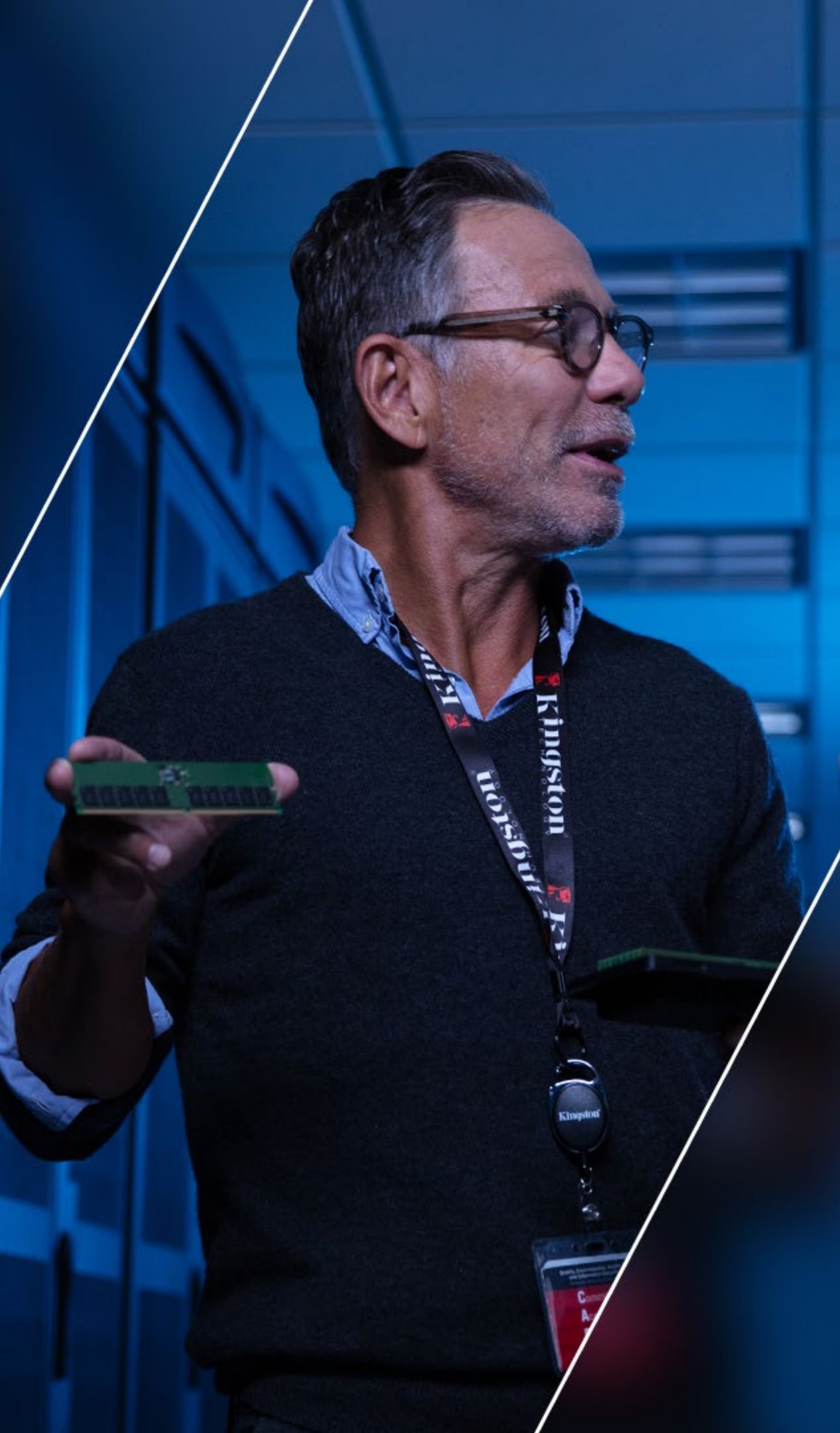
- » **Präzision bei der Herstellung:** DRAM-Chips werden aus Halbleitern in nanoskaligen Prozessen hergestellt, bei denen selbst kleinste Abweichungen zu Defekten führen können, die die Ausbeute und Leistung beeinträchtigen.
- » **Lösung:** Kingston arbeitet ausschließlich mit Halbleitern, die ein hohes Maß an Leistung und Zuverlässigkeit garantieren können. Bei diesen Halbleitern kommen modernste Lithografiertechniken und Reinraumumgebungen zum Einsatz, um Fehler zu minimieren und eine hohe Präzision und Konsistenz bei der Produktion zu gewährleisten. Wenn sie diese Anforderungen nicht erfüllen können, arbeiten wir nicht mit ihnen.

Als Nächstes geht es darum, wie wir unsere DRAM-Module bauen und testen.

- » **Qualitätskontrolle:** Nach der Montage müssen alle unsere DRAM-Formfaktoren strenge Leistungs- und Zuverlässigkeitsstandards erfüllen.
- » **Lösung:** Ausführliche Tests unter verschiedenen Bedingungen, einschließlich Temperatur- und Belastungstests, helfen dabei, fehlerhafte Einheiten zu identifizieren und zu eliminieren, um sicherzustellen, dass nur zuverlässige Arbeitsspeicher auf den Markt gelangen.

Dank fortschrittlicher Technologie und strenger Qualitätssicherung produziert Kingston leistungsstarke und zuverlässige DRAM-Lösungen, die sich für eine Vielzahl von Computeranforderungen eignen. Wir gehen noch einen Schritt weiter, indem wir eng mit Intel und AMD zusammenarbeiten, um Referenzplattformen zu erhalten, die uns bei der Entwicklung neuer Speichertechnologien helfen und uns auf Fortschritte vorbereiten, die wir für unsere Produktionstests benötigen. Hardware- und auch Software-Upgrades werden in unseren Produktionsumgebungen ständig durchgeführt, um neue Speichergeschwindigkeiten und -kapazitäten zu unterstützen und die Qualität der hergestellten Module zu verbessern.





DRAM-Entwicklung: Der Einfluss von Markttrends

Wenn es darum geht, die Entwicklung und Einführung verschiedener DRAM-Speichertypen zu beeinflussen, spielen Markttrends, die von den sich verändernden Anforderungen der Technologie und dem Verbraucherverhalten bestimmt werden, eine wichtige Rolle. Leistung, Effizienz und Skalierbarkeit sind allesamt Schlüsselfaktoren, die sowohl die Entwicklung als auch die Einführung beeinflussen.

Wenn man zurückblickt, haben in den letzten Jahrzehnten die Computer- und Arbeitslastanforderungen einen Einfluss auf die entwickelten Speichertypen gehabt. Mitte der 2000er Jahre begann die Speicherindustrie, Speichertechnologien anzubieten, die den Stromverbrauch sowohl im mobilen Bereich als auch in Rechenzentren senken können. Mitte der 2010er Jahre trieb die Virtualisierung die Nachfrage nach Modulen mit höherer Kapazität voran. Damals führten Leistungseinbußen bei Modulen mit hoher Kapazität aufgrund von Chipset-Beschränkungen schließlich zur Entwicklung von Load Reduced DIMMs für DDR3 und DDR4.

Heute wachsen Branchen wie KI, Gaming und Big-Data-Analysen weiter und verlangen zunehmend nach Hochgeschwindigkeitsspeichern mit hoher Kapazität. Dies treibt die Entwicklung von fortschrittlichen DRAM-Modultypen wie dem Multiplexed-Rank-DIMM (MRDIMM) voran, die diesen Leistungsanforderungen gerecht werden. Das Streben nach dünneren und leichteren Geräten hat auch die Einführung von kompakten und effizienten Speicherlösungen wie dem CAMM2 beeinflusst, die den Herstellern kosteneffiziente modulare Lösungen bieten, um DRAM-Downs oder mehrere SODIMMs zu ersetzen, die physisch nicht in einen Laptop oder ein Tablet der Ultrabook-Klasse passen würden.

Die Möglichkeit, die Speicherkapazität über den traditionellen DIMM-Sockel hinaus zu erweitern, ist ein weiterer Bereich, der sich schnell entwickelt.

“

Die Leistungsanforderungen von KI sind eine weitere wichtige Triebfeder für die Entwicklung skalierbarer, hochkapazitiver und leistungsstarker Speicher wie MRDIMMs, die speziell den Engpass bei der Leistung von Arbeitsspeicher mit hoher Kapazität beheben.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

”

Dies sind nur einige Beispiele dafür, wie sich die Speicherindustrie an Markttrends anpasst, und sie zeigen, dass unser Ökosystem und unser Normungsgremium stets bereit sind, sich den Herausforderungen des Speicherbedarfs von morgen zu stellen.

“

Die Investitionen in die Infrastruktur und die Skalierung zur Unterstützung von Speichertechnologien der nächsten Generation werden fortgesetzt. Da die Speichergeschwindigkeiten jährlich steigen, ist es wichtig, dass die Plattformen der nächsten Generation lange vor der Markteinführung verfügbar sind, um die Produktion hochzufahren und die weltweite Nachfrage zu befriedigen, wenn neue Systeme auf den Markt kommen.

Mike Mohny | Kingston Technology

”

UDIMM
CUDIMM
SODIMM
CSODIMM
CMM2
RDIMM
LRDIMM



“
Diese Fortschritte, einschließlich CMM2, CUDIMM und CXL, weisen auf eine Zukunft hin, in der Speichertechnologien schnellere, effizientere und flexiblere Computersysteme für verschiedene Anwendungen und Branchen ermöglichen werden.
Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe
”

Die Zukunft der DRAM-Technologie

Die Speicherindustrie wird sich auch in Zukunft an die Erfordernisse des Marktes anpassen und entsprechend planen. Künftige Entwicklungen in der DRAM-Technologie konzentrieren sich auf die Erhöhung der Geschwindigkeit, die Senkung des Stromverbrauchs und die Erhöhung der Dichte, um die Anforderungen fortschrittlicher Anwendungen wie KI, Big Data und Cloud Computing zu erfüllen. Außerdem haben die Herausforderungen der heutigen Speichertechnologien und Formfaktoren bereits Einfluss auf die nächste Generation der DDR-Spezifikation, DDR6, die derzeit von der JEDEC entwickelt wird. DDR6 soll bis 2027 fertig gestellt werden und wird sich wahrscheinlich auf eine höhere Leistung konzentrieren, mit einer deutlichen linearen Steigerung der Datenraten im Vergleich zu DDR5 und einem breiteren Datenbus.

Bis dahin wird DDR5 weiter an Geschwindigkeit gewinnen und in neuen Formfaktoren eingesetzt werden. Dazu gehört auch das CMM2, das in den nächsten Jahren die dominierende Modullösung für mobile und Systeme mit kleinem Formfaktor werden soll. Der schlanke CMM2 kann zwei SODIMMs in herkömmlichen Laptops ersetzen und spart den Herstellern durch den Einsatz einer modularen Speicherlösung im Vergleich zu diskreten, direkt auf dem Motherboard gelöteten DRAM-Komponenten erhebliche Kosten. Einige Motherboard-Hersteller haben sogar gezeigt, dass der CMM2 in herkömmlichen Desktop-PCs

verwendet werden kann. Als zugelassener Speicherlieferant von Dell für ihr originales CMM-Design ist Kingston strategisch positioniert, um die CMM2-Revolution zu unterstützen. Die Infrastruktur und die Investitionen zur Herstellung und zum Testen dieses neuen Formfaktors sind bereits vorhanden. Halten Sie auf der Kingston-Website Ausschau nach unseren CMM2-Lösungen, die in der 1. Hälfte des Jahres 2025 auf den Markt kommen werden.

CUDIMM ist ein weiterer neuer DRAM-Modultyp, der einen Taktreiber in Unbuffered DIMMs ab 6.400MT/s DDR5 umfasst. Diese Komponente gibt das Taktsignal vom Prozessor auf dem Modul neu aus, wodurch die Signalintegrität verbessert und Fehler aufgrund von Rauschen und Jitter verringert werden, die bei höheren Geschwindigkeiten problematisch werden.

Dann gibt es noch Compute Express Link, kurz CXL, eine weitere neue DRAM-Kategorie, die sich noch im Anfangsstadium befindet. CXL ist ein offenes Standardprotokoll, das auf dem PCI Express-Bus arbeitet, ähnlich wie NVMe für Laufwerksspeicher. Der erste Schwerpunkt der CXL-Produkte sind Speichererweiterungen, die DRAM (DDR4, DDR5, HBM) verschiedener Formfaktoren nutzen, um die Speicherkapazität zu erhöhen und den nutzbaren Speicherpool für Server zu erweitern.

Fazit

Speicherentwickler müssen mit der Aufschwung der KI mithalten. Als Rückgrat des Halbleiterspeichers schreitet die Entwicklung von DDR SDRAM mit seiner großen Kapazität und schnellen Datenübertragung zu Prozessoren weiter voran. Indem sie die wichtigsten Kompatibilitäts- und Fertigungsherausforderungen mit Investitionen und strengen Qualitätskontrollen angehen, können Hersteller zuverlässige Hochleistungsspeicher produzieren, die für die unterschiedlichsten Computeranforderungen geeignet sind. Damit Sie den spezifischen Anforderungen Ihrer Umgebung gerecht werden können, stehen Ihnen die Experten von Kingston zur Seite und helfen Ihnen, die Komplexität der sich weiterentwickelnden Chipsätze, Prozessorgenerationen und optimierten Speicherkonfigurationen zu bewältigen.

Built on Commitment

Von Big Data bis hin zu IoT-Geräten, einschließlich Laptops, PCs und Wearables, bietet Kingston Technology erstklassige Produktlösungen, Service und Support. Wir erfreuen uns des Vertrauens führender PC-Hersteller sowie globaler Cloud-Anbieter und schätzen unsere langfristigen Partnerschaften, die uns dabei unterstützen, uns weiterzuentwickeln und Innovationen auf den Markt zu bringen. Wir stellen sicher, dass alle unsere Lösungen den höchsten Standards entsprechen, indem wir Qualität und Kundenbetreuung in den Vordergrund stellen. Bei jedem Schritt hören wir zu, lernen und engagieren uns für unsere Kunden und Partner, um Lösungen bereitzustellen, die einen nachhaltigen Einfluss haben.

©2024 Kingston Technology Europe Co LLP und Kingston Digital Europe Co LLP, Kingston Court, Brooklands Close, Sunbury-on-Thames, Middlesex, TW16 7EP, England. Tel: +44 (0) 1932 738888, Fax: +44 (0) 1932 785469. Alle Rechte vorbehalten. Alle Marken und eingetragenen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.



 **Kingston**[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT

BUILT ON COMMITMENT